

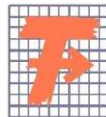
**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2011**

**KATEŘINA HORÁČKOVÁ**

Technická univerzita v Liberci  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R011 Textilní materiály a zkušebnictví (TMZ)

**DIGITÁLNÍ TISK**  
**DIGITAL PRINTING**

Kateřina Horáčková

KTM-565

**Vedoucí bakalářské práce:** Doc. Ing. Miroslav Prášil, CSc.

**Rozsah práce:**

Počet stran textu... 43

Počet obrázků..... 19

Počet tabulek..... 9

Počet grafů ..... 12

Počet stran příloh . 3

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina HORÁČKOVÁ**  
Osobní číslo: **T08000047**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní materiály a zkušebnictví**  
Název tématu: **Digitální tisk**  
Zadávací katedra: **Katedra textilních materiálů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracujte přehled současných poznatků k danému tématu.
2. Porovnejte výhody a nevýhody různých technologií tisku.
3. V experimentální části se zaměřte na množství naneseného inkoustu, popř. tiskací pasty na textilií a její rozložení v textilií
4. Pokuste se o doporučení vhodných textilií pro různé technologie tisku a ekonomické zhodnocení jednotlivých technologií.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy: 45

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


1. Ujiie, H.: Digital printing of textiles, Textile Institute, 2006, ISBN 978-1-85573-951-2
2. Prášil, M.: Pokroky v textilním tisku, zpravodaj STCHK, 52, č.2, 2005, ISSN 1214-8091
3. Prášil, M., Šašková, J.: Současné trendy v potiskování, praní a sušení textilií, zpravodaj STCHK, 62, č.4, 2007, ISSN 1214-8091

Vedoucí bakalářské práce:


doc. Ing. Miroslav Prášil, CSc.  
Katedra textilní chemie

Datum zadání bakalářské práce: 7. května 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 21. prosince 2010

  
prof. RNDr. Aleš Linka, CSc.  
děkan



  
prof. Ing. Jiří Militký, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 7. května 2010

# PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 15.12.2010

.....

Podpis

# PODĚKOVÁNÍ

Chtěla bych poděkovat panu Doc. Ing. Miroslavu Prášilovi, CS.c, za cenné rady a připomínky při zpracování bakalářské práce na téma Digitální tisk.

Mé další poděkování směřuje celému týmu laboratoře katedry Textilních technologií, především paní Šárce Řezníčkové, za pomoc při zpracování vzorků a zapůjčení veškerého náčiní, potřebného pro testování vzorku.

Dále bych chtěla poděkovat firmě OP Tiger, kde mi byla umožněna prohlídka tiskárny pod vedením pana Ing. Petra Hadámka. Zde jsem načerpala praktické informace a zkušenosti.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce pojednává o digitálním tisku textilií. Tato technologie představuje novinku v oboru potiskování textilií a znamená velký pokrok oproti jiným běžně používaným metodám. Výhodou je bezesporu tisk bez šablon, kdy se vzor tvoří přímo na textilii, díky tomuto faktu je možné tisknout vzor již od jednoho kusu. Limitem nadále zůstává rychlost, která je za možnostmi jiných technologií. Práce obsahuje celý pracovní postup výroby potisku, stroje, které jsou využívány v průmyslové praxi, a barviva.

V této práci jsou představeny i ostatní techniky potiskování textilií, se kterými se lze v praxi setkat a výčet jejích kladů a záporů. Nechybí ani celkové zhodnocení jednotlivých technik a vhodnosti jejich použití pro různé účely.

Experimentální část se zaměřuje na testování vzorků z jednotlivých způsobů potiskování textilií. Použitá metodika testování je na principu příčných řezů. Tímto způsobem byla změřena nejprve celková tloušťka textilie a následně tloušťka fixovaného barviva. Z těchto hodnot bylo vypočítáno procentuální vybarvení u jednotlivých technik. V této části je ukázána i změna hmotnosti textilie před a po tisku. Nakonec je uvedeno ekonomické srovnání jednotlivých způsobů z hlediska spotřebitele.

Závěr tvoří porovnání mezi zjištěnými teoretickými poznatky a naměřenými experimentálními daty.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Digitální tisk, fixované barvivo, příčný řez, výroba bez šablon, technologický postup, rozlišovací schopnost strojů

## **ABSTRACT**

The content of this thesis is digital printing on textile materials. Digital printing technology is cutting edge technology in printing on textiles and means big step ahead compared to other mainstream technologies. One of the biggest advantages is no need for printing templates, printing models are constructed right on the textiles, and therefore we can print the model on the single piece of item. The speed of printing is still a limit, which is comparable or inferior to other technologies. This work contains the whole workflow of printing on textiles, description of machines that are used commercially not forgetting the colors which are being used.

The thesis is also introducing other techniques that are available for commercial use and complete list of cons and pros. Every technique is fitting a different use so this work is not missing the report of these usages that are corresponding with reasonable fitting solutions.

The experimental part is focused on testing of single textile items with different printing technologies. Techniques used for testing could be described as textile cross cutting. With this technique was taken measurement of thickness of textile and then the thickness of fixed color on textile. Measurements were taken and calculated for percentage of coloring with different used techniques. In this part is shown change of weight before and after coloring. In the end we have to consider economic comparison from consumer perspective.

Conclusion is fit together from comparison of gained theoretical knowledge and taken measurements from experimental data.

## **KEY WORDS**

Digital printing, fixed dye, cross-section, production without templates, technological process, machine resolution



## Obsah

1	Úvod.....	7
1.1	Struktura práce .....	7
2	Princip textilního tisku.....	8
2.1	Úpravy před a po tisku .....	8
2.1.1	Předúprava pro potiskování textilií.....	8
2.1.2	Konečná úprava po tisku.....	9
3	Historie.....	10
4	Digitální tisk .....	11
5	Stroje.....	11
5.1	Stroje s hrubým rozlišením.....	12
5.2	Stroje s jemným rozlišením.....	13
5.2.1	Kontinuální tok kapek.....	13
5.2.2	Kapka na požádání (DOD – drop on demand) .....	13
6	Barvy.....	15
6.1	Pigmenty .....	16
6.2	Reaktivní barviva .....	17
6.3	Kypová barviva .....	18
6.3.1	Metody tisku kypovými barvivy.....	18
6.4	Kyselá barviva.....	19
7	Jiné technologie tisku.....	20
7.1	Stojní válcový tisk.....	20
7.2	Filmový tisk .....	21
7.2.1	Filmový tisk s plochými šablonami .....	21
7.2.2	Filmový tisk rotačními šablonami .....	22
7.3	Přenosový tisk .....	24
8	Porovnání technologií tisku .....	25
9	Laboratorní testy .....	26
9.1	Testování pomocí příčných řezů .....	27
9.1.1	Pracovní postup přípravy vzorků.....	28
9.1.2	Výsledky testů.....	29
9.1.2.1	Digitální tisk (vzorek potištěný technologií Brother) .....	29
9.1.2.2	Digitální tisk (vzorek potištěný strojem Kornit) .....	32

9.1.2.3	Filmový tisk rotačními šablonami.....	35
9.1.2.4	Sublimační (přenosový) tisk .....	37
9.1.3	Zhodnocení výsledků .....	40
9.2	Hmotnost .....	42
9.2.1	Změna hmotnosti u vzorku potisknutého strojem Brother .....	42
9.2.2	Změna hmotnosti u vzorku potisknutého reaktivními barvivy .....	43
9.2.3	Změna hmotnosti u vzorku potisknutého sítotiskem .....	43
9.2.4	Změna hmotnosti u vzorku potisknutého sublimačním tiskem .....	44
9.2.5	Zhodnocení výsledků .....	45
10	Ekonomické porovnání .....	45
11	Závěr .....	48
12	Seznam použité literatury .....	50
13	Přílohy.....	52
13.1	Seznam příloh .....	52
13.2	Seznam obrázků.....	54
13.3	Seznam tabulek.....	55
13.4	Seznam grafů .....	55

## Úvod

Digitální tisk je jednou z metod potiskování textilií. Jedná se o unikátní mechanismus, kdy je vzor a odstín tvořen přímo na textilním podkladu, což znamená, že není potřeba šablon jako u jiných konvenčně používaných metod. Tato technologie byla vyvinuta na konci 90. let 20. století. Princip potisku textilu byl převzat od digitálního potisku papíru.

Digitální tisk je odezvou na neustále se měnící trh současných trendů, jelikož potiskování textilií je dnes především záležitostí módy. Z toho důvodu je nutnost být flexibilní a je potřeba se dostatečně rychle adaptovat módním tendencím. Tuto podmínku dokonale splňují stroje pro digitální tisk, neboť je možná realizace již jednoho kusu potisku. Současně splňují i požadavek na jednoduchost ovládání. Celý proces potisku je rychlý a snadný.

Cílem práce je porovnat digitální tisk s ostatními způsoby tisku, v technologické a ekonomické sféře, a dokázat, že v obou oblastech představuje pokrok a zlepšení. Zaměřím se na testování vzorků digitálního potisku a jiných technik k zjištění množství naneseného barviva a na rozložení barviva na textilií jako vlivů ovlivňujících trvanlivost potisku.

### 1.1 Struktura práce

Práce je strukturována do pěti celků. První část obsahuje historii potiskování textilií a technologie samotného potisku. Druhá část se soustřeďuje na mechanismus digitálního tisku a shromažďuje poznatky, které jsou známy k této metodice. Poskytuje přehled o strojích, se kterými se lze setkat v průmyslové praxi. Zároveň poskytuje informace o barvách, které jsou využívány pro digitální tisk textilií a tvoří jeho nedílnou součást. Třetí část je koncipována jako seznámení se s různými technologiemi textilního tisku. Vymezuje základní charakteristiky jednotlivých technik, určení jejich vhodnosti pro dané materiály a použitelnosti barviv. Součástí třetí části je tabulka shrnující výhody a nevýhody vyjmenovaných typů tisku a jejich konečné srovnání. Předposlední čtvrtá část je orientovaná praktickým směrem. Je založena na prezentaci výsledků, které jsem získala při laboratorních zkouškách. Testování probíhalo na průmyslových vzorcích ze síťotisku, přenosového a digitálního tisku. Testy jsou zaměřeny na sledování množství tiskací pasty, vyskytující se na textilií, a na rozložení

barviva v textilií. V této části se také zaměřuji na ekonomickou stránku a návratnost jednotlivých způsobu potiskování textilu. Poslední část je závěr, shrnující výsledky dosažených ze zkoušek a jejich interpretaci vzhledem k teoretickým poznatkům.

## 2 Princip textilního tisku

Výroba probíhá až na odchylky na stále stejném principu: 1) příprava pasty

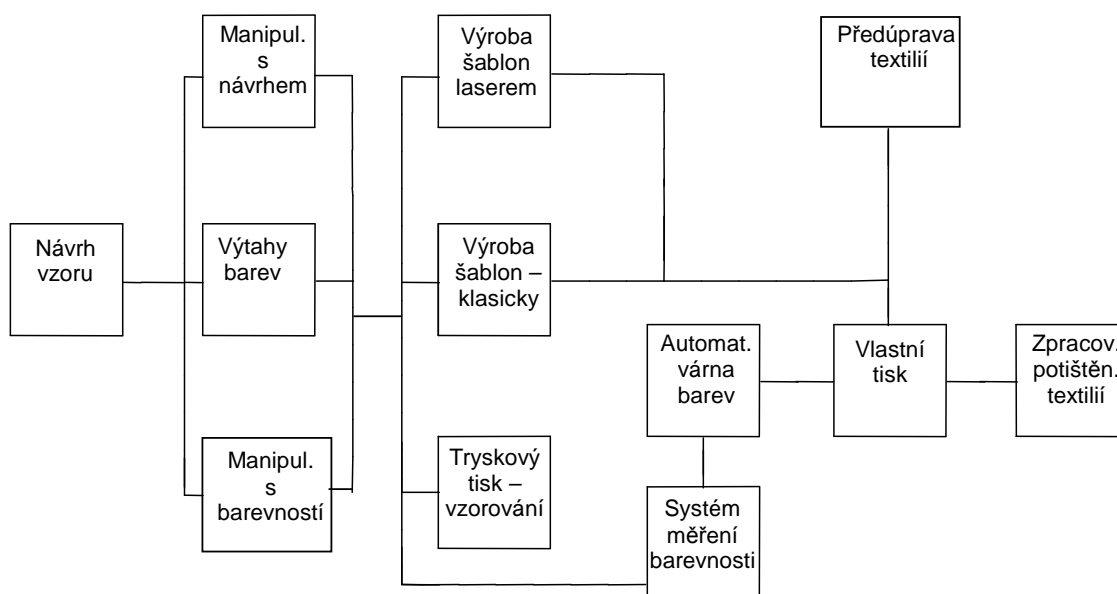
2) tisk

3) sušení

4) fixace

5) úprava po tisku

Pro představu způsobu práce v moderní tiskárně slouží následující schéma:



Obr. 1 Celý proces potiskování textilií [3]

### 2.1 Úpravy před a po tisku

Příprava a následná úprava potištěných textilií jsou klíčovým aspektem pro konečný vzhled potisku.

#### 2.1.1 Předúprava pro potiskování textilií

Všechny textilní podklady, ať už přírodní nebo syntetické, určené k barvení nebo potiskování, se musejí předupravit tak, aby byl konečný efekt ve vysoké kvalitě.

Přírodní tkaniny vyžadují delší a důkladnější formu předúpravy, což se promítne i v ekonomickém hledisku [2].

Přímo před tiskem se volí technika přezehlení, sloužící k uhlazení textilie, aby byl natištěný vzor ostrý v konturách. V některých případech může následovat po přezehlení aplikace fixačního prostředku (např. Fixativ), díky kterému budou barvy sytější. Takto upravený materiál je nutné znova přezehlit, aby byl připraven pro tisk [10].

### **2.1.2 Konečná úprava po tisku**

Dokončovací práce patří k dalším důležitým činnostem celého procesu potisku textilií, které ovlivňují finální efekt. Tato operace je podstatná z důvodu zlepšení stálosti na světle, v otěru a v praní. Zároveň se oživují barvy [1].

Po potisku digitálním tiskem nebo jakoukoli jinou technologií je potřeba barviva na textilií ustálit, aby měl potisk dlouhou trvanlivost a nezmizel při prvním užití popř. praní. Pro fixaci se využívá technologie napařování a horkovzdušné zpracování. Napařování se dále rozděluje na dvě metodiky – paření nesycenou parou a přehřátou parou. Obecně platí, že napařování se uskutečňuje při nižší teplotě (kolem 100°C) a delších časech působení než je tomu u metody pomocí horkého vzduchu. Použitý postup se odvíjí od typu barviva a barvy podkladu, na který se tiskne. Pokud potiskujeme např. tričko tmavé resp. černé barvy, fixace potrvá déle než u barvy světlé. Stejný princip platí u teploty fixace. Na tento fakt se musí brát zřetel převážně tehdy, fixujeme-li v jednom zařízení textilie rozdílné barvy (tmavé a světlé). Teplota se musí volit s ohledem na citlivější – světlou barvu [1].

Fixace je posledním krokem úpravy potištěných textilií po tisku pomocí pigmentů. Při použití ostatních typů barviv (reaktivní, kyselé a kypová) je dalším stupněm úpravy praní. Praní po tisku je proces, který slouží k odstranění nefixovaného barviva, aby nedocházelo k zapouštění na neobarvená místa, záhustky a ostatních chemikálií. U kypových barviv plní práci proces i oxidaci leukosloučeniny prostřednictvím vzdušného kyslíku, který je ve vodě přítomný [1].

Praním stoupají výrobní náklady a délka celého procesu tisku textilií. Významná je otázka ekologie, voda použitá při praní se musí upravovat a zbavovat chemikálií. Postupem času se výzkum soustřeďuje na vývoj barviv, při kterých není nutná úprava praním [2].

### **3 Historie**

Potisk je jedním ze způsobů zdobení textilií. První důkazy potiskování textilu jsou datovány od 4. Století našeho letopočtu a byly nalezeny v Číně. Jednalo se o tištění krátkých buddhistických textů, které měly ochránit nositele [1].

Předpokládá se, že kolébkou potiskování textilií je Indie. Odtud se potiskování dostalo celého světa.

V Evropě se začaly textilií potiskovat až koncem 10. století. Ruční tisk se dostal do Evropy prostřednictvím Holanďanů, kteří se s touto technologií setkali v 17. století v Indii. Postupem času se přenesl do Anglie, kde byl plně automatizován. Stavebním kamenem dnešního tisku textilií se stal hlubokotiskový válcový stroj, kde byla poprvé použita ocelová stěrka k odstranění přebytečné barvy. Ta je nanášena na tkaninu přes rytiny. Stroj zkonstruoval Thomas Bell v roce 1770. Tím byla nahrazena práce asi 40 tiskařů. V roce 1834 sestrojil Francouz Perrot stroj perotinu sloužící k potiskování tkanin reliéfními formami [1].

První tiskárna v Čechách byla založena roku 1763 hrabětem Kinským ve Sloupu u České Lípy [1].

Filmový tisk byl vyvinut v Japonsku a v Číně. Jednoduché motivy se tiskly pomocí papírových šablon. Používaly se tzv. otevřené šablony, které se ručně vyřezávaly do speciálně připravených papírů, a pomocí štětce se protlačovala barva. V 19. století se tato technika dostala i na ostatní kontinenty. Důraz byl kladen na prodloužení životnosti šablon. Tiskaři v Lyonu vypnuli síťovinu (mlýnská tkanina) na dřevěný rám a na napnuté plátno malovali negativně vzor olejovým lakem. Barva se na látku protlačovala pomocí stěrky. Filmový tisk se neustále zdokonaloval a dodnes zdokonaluje. Filmový tisk dával podstatně sytější a čistší barvy než tisk strojní. V Čechách byla vyvinuta metodika lepení tkaniny na stůl, mytí stolu, sušení po tisku a

některé další konstrukce pro stroj. Po 2. světové válce se soustředil výzkum na zrychlení tisku, protože válcové stroje zaznamenávaly daleko větší produktivitu. Požadavkem bylo odstranění nekontinuální výroby. Problém byl eliminován s nápadem stočit ploché šablony a vytvořit z nich válec. Tak vznikl filmový tisk rotačními šablonami (dnes častěji známý pod názvem sítotisk). Poprvé se objevil roku 1963 a dodnes zaujímá první pozici jako nejpoužívanější stroj. Každoročně se jím vyrobí přes 60% celosvětové produkce [1].

Na konci 90. let se začíná používat tryskového tisku textilu na základě zkušenosti a vývoje z oblasti tisku papíru. Atraktivita spočívá v jednoduchém, rychlém a přesném vzorování a možnosti výroby cenově dostupných malých sérií [1].

## **4 Digitální tisk**

Moderní technologie tisku musí splňovat parametry, mezi které patří hlavně ekonomická stránka věci, související se zkrácením přípravy a času samotného potisku a následně také zmírnění nároků na technické vybavení. Nové metody by měly zkvalitnit výsledný efekt potištěných textilií a nezanedbatelná je i otázka ekologie, která je v dnešním světě velmi aktuální a je spojena s dodržováním principů a pravidel jak ze strany Evropské unie, tak i ze strany norem pro mezinárodní standardy [3].

Technologie digitálního tisku vyhovuje ve všech požadavcích. Principem je tisk bez šablon, kdy barva je stříkána přímo na textil a odstín se tvoří přímo na textilií.

Tři nejdůležitější součásti digitálního tisku je tiskací hlava, inkoust (tiskací pasta) a médium (textilie) [3].

## **5 Stroje**

Digitální tisk je odezvou na neustále se vyvíjející informační technologie a jejich zasahování do všech sfér lidského života. Textilní průmysl není výjimkou a začal využívat CAD systémy pro počítačové navrhování a počítačem podporovanou výrobu CAM [4].

Průkopníkem byla firma STORK, která v roce 1991 uvedla na trh první inkoustovou tiskárnu na textil a s tím spojené speciální reaktivní barviva. To představovalo nový a rychlý způsob produkce vzorků a následně celé série. Tryskový tisk může být definován jako proces, při kterém je požadovaný vzor obsahující jednotlivé barvy tvořen drobnými kapičkami v předem určitých mikro-polích povrchu na podkladu. Každé pole představuje jeden obrazový bod neboli pixel [4].

Barevný systém pro interpretaci tiskacích barev, který se používá pro ukládání barev v některých formátech, se nazývá CMYK (Cyan Magenta Yellow black). Sada inkoustů je složena minimálně z 3 barev, kterými jsou tyrkysová (cyan), purpurová (magenta), žlutá (yellow) a eventuálně se může vyskytovat i černá (black). Podílem těchto barev vznikají jednotlivé barevné odstíny. Na tomto principu pracují všechny doposud známé stroje určené pro průmyslovou výrobu [4].

Tisk může být uskutečněn díky mnoha standardním grafickým programům. Vzhledem k stále se zvyšujícím požadavkům je nejlepší volba kooperace se systémem CMS (Colour management system). Kromě navrhování designu obsahuje ještě další přidružené funkce. Nespornou výhodou je dosažení přesné a spolehlivé reprodukce barev. V posledních několika letech je nejpopulárnější programem CAD, který umožňuje 3D modelování designu. Návrhář může sledovat navržený potisk přímo na oblečení a oblečení přímo na modelce se všemi stíny a záhyby, které se objeví u reálného nositele. I přes vyspělé technologie zůstává mnoho designérů u klasického návrhu tvořeného na papír. Do grafické podoby se návrhy převádějí pomocí plochého nebo rotačního skeneru. Jejich rozlišovací schopnost se pohybuje kolem 2000 dpi. Díky tomu perfektně zaznamenaná tahy štětcem, odstíny barev a vady návrhu, které lze opravit pomocí CAD systému. Z obrazovky je vzor přenášen přímo k tiskací hlavě, která tvoří potisk [4].

Stroje, které určené pro digitální tisk se rozdělují na dva základní typy.

## **5.1 Stojí s hrubým rozlišením**

Jejich rozlišovací schopnost je 40 dpi (jednotka dpi pochází z anglického jazyka, dot per inch, která znamená, že úsečka dlouhá 1 palec = 25,4 mm je znázorněna jako 40 bodů). Toto rozlišení je vhodné pro kobercový průmysl.



Principem strojů je ventilová technologie a vzor je vyráběn počítačem řízením otevíráním a zavíráním trysek [3].

## **5.2 Stroje s jemným rozlišením**

Tento typ je vhodný pro tisk tkanin. Rozlišovací schopnost se pohybuje od 200 dpi a více. Stroje s jemným rozlišením se odlišují, ale mají společný znak, který je klíčový pro digitální technologie. Je to tvorba tisku pomocí velmi malých kapiček tiskací pasty. Ta je na potiskovanou textilií nanášena z tiskové hlavy bezkontaktním způsobem. Odlišnost strojů spočívá ve způsobu, jakým je tiskací barva dodávána na potiskovaný textilní podklad [3].

### **5.2.1 Kontinuální tok kapek**

Tiskací stroje vytvářejí nepřetržitě proud velkého množství tiskací barvy. Ta je dávkována pomocí piezokrystalu. Ten nabíjí kapičky barvy, nenabitě kapky dopadnou na textilií a vytvoří vzor na tkanině a nabitě jsou odváděny sběrným systémem do zásobníku barviva.

Rozlišovací schopnost je 200 dpi a rychlost je 1, 3 m<sup>2</sup>/hod.

Tato technologie se již v současné době nepoužívá, jelikož byla nahrazena novými metodami. Tato technologie je znázorněna na obrázku v příloze pod č. 1[3].

### **5.2.2 Kapka na požádání (DOD – drop on demand)**

Kapky se vytvářejí pouze tehdy, mají-li skutečně dopadnout na potiskovaný textil. Kapka znamená jeden konkrétní bod. Kapky jsou vytvářeny pomocí piezokrystalu nebo tepelnou excitací (bubble jet). U piezoelektrického způsobu je součástí tiskové hlavy piezokrystal. Ten funguje na principu pumpičky, která vytlačuje velkou rychlostí kapičky směrem k podložce s textilií. Tiskové stroje pracující na tomto mechanismu dosahují velmi malých a konzistentních tiskových bodů. Tiskové hlavy s piezokrystalem jsou v porovnání s jet-bubble systémem daleko dražší, ale trvanlivější a díky mechanickému systému vypuzování kapiček nezáleží na chemickém složení tiskací pasty. Jet-bubble systém je uskutečňován na základě ohřevu trysek s komůrkami v tiskací hlavě. Trysky jsou naplněny tiskací barvou. Rychlým ohřevem vznikne v prostoru komůrky přetlak, který vymrští kapičku z komůrky tryskou a kapka dopadne

na potiskovanou textilií. Jet-bubble se dnes již nepoužívá a výroba je uskutečňována pomocí piezokrystalu. Oba mechanismy jsou zachyceny v příloze pod č. 2 a 3 [4].

Typy strojů se odlišují v počtu barevných náplní a v typu softwaru. Rozdíl je i v konstrukci pro fixaci po tisku. U některých strojů probíhá fixace přímo v rámci stroje, u jiných se musí potištěná textilie mechanicky nebo automaticky dopravovat k sušicímu zařízení.

V současné době se můžeme v průmyslové praxi setkat se stroji těchto značek:

- **Zimmer** - společnost Zimmer zavedla revoluční novinku v digitální technologii – stroj Colaris.

Poskytuje výrazné zlepšení v potisku textilií. Představuje ideální kombinaci vysoké kvality a zvýšení výrobní produktivity. Technologie využívá 4, 6 a 8 náplní barev. Osm náplní s barvami poskytuje širokou barevnou paletu s brilantní sytostí a čistotou. Umožňuje tisk všech návrhů bez jakéhokoli omezení. Rychlost Colarisu je až 480 m<sup>2</sup>/hod, kapky se tvoří na principu DOD pomocí piezokrystalu. Rozlišení tisku má tento stroj 720 dpi. K dispozici jsou odběratelům stroje pro potisk tkanin s různými šířkami (180, 260, 320 cm).

Důraz byl kladen také na jednoduchost při ovládání a umístění ovládacích panelů na vhodných místech [6].

- **Kornit** – společnost se zaměřuje na výrobu tiskařských strojů, které jsou určeny pro oděvní průmysl. Mechanismus je vyvinut tak, aby byl stroj schopen produkce o velkém objemu za stále vysoké kvality tisku.

Firma Kornit má svoji vývojovou laboratoř pro barviva, které distribuuje a jsou přijatelnou volbou i pro jiné stroje. Barviva jsou pigmenty na vodní bázi, vhodné pro všechny typy materiálů a jsou k dostání v široké paletě barev. Jsou uzpůsobeny tak, aby aplikace proběhla hladce a efektivně a zároveň se zabránilo zapuštění barvy na místa, která obarvená být nemají.

Jako příslušenství ke stroji jsou nastavitelné palety pro potisk různých povrchů (kapsy, čepice, rukávy, ...).

Kornit stroje jsou vybaveny softwarem RIP, umožňující přečtení vzorů ve všech grafických formátech a datových souborech a jejich tisk s vysokou úrovní kvality [10].

- **Reggiani Macchine** – tato italská firma představila stroje Dream a ReNoir pro digitální potisk textilu.

Oba jsou použitelné pro všechny typy materiálů. Jsou vhodné pro vysokou produkci, ale i pro tvorbu vzorků. Především ReNoir je velmi flexibilní a dokonale se přizpůsobí typu potisku pomocí nastavovacích palet [7].

- **MS Italy** – Stroje používají technologii DOD. Vyznačují se vysokým rozlišením a produktivní adaptací.

Stroj MS JP6 byl prezentován na začátku roku 2010. Stroj je vyroben se 4 až 8 náplněmi po barvy a uzpůsoben pro různé typy barviv od dostupných výrobců na trhu. Rychlost tisku je 160 m/hod. Potiskovaná tkanina je přilepena na tiskací deku a spolu s ní prochází strojem. Tkanina je dopravována k sušicímu zařízení, které je součástí stroje. Zde probíhá fixace barviva. Tiskací deka je mezitím odváděna na začátek a zbavena zbytků barvy a lepidla prostřednictvím poháněných kartáčů a stěrek. Tato technologie byla převzata od klasického sítotisku.

Dodáván je se softwarem RIP, Matchprint II a Ramsete III [9] .

## 6 Barvy

Jak bylo řečeno v úvodu, tiskem se rozumí místní obarvení textilie. Vývoj barviv pro digitální tisk představuje slibně se vyvíjející trh, jelikož objem potisknutých textilií neustále stoupá.

Barviva používaná pro potiskování jsou téměř totožná jako pro barvení. S tím rozdílem, že jsou ve formě tiskací pasty. Pasta má větší koncentraci barviva a obsahuje navíc záhustku, která udržuje potřebnou konzistenci. Mezi barviva používaná v textilu patří pigmenty, reaktivní barviva, kypová barviva, kyselá barviva a barviva disperzní.

Poslední typ se používá pouze pro přenosový tisk, řadí se spíše ke speciálním druhům tisku nikoli ke komerčním [1].

Použitý typ barviv musí mít afinitu k vláknům potiskované textilie.

## **6.1 Pigmenty**

Polovina celosvětové produkce je potisknuta právě pigmenty. Veškeré výzkumy se nadále zaměřují na vývoj a zlepšení vlastností pigmentových barviv.

Jedná se o jednoduchý technologický mechanismus: tisk – sušení – fixace (paření nesycenou a přehřátou parou, fixace horkým vzduchem). Pigmenty se vyznačují nekompaktní strukturou. Ta se stala problémem u dříve používaných strojů, které byly na principu DOD jet-bubble. Tento nedostatek byl vyřešen systémem DOD a tvorby kapiček pomocí piezokrystalu [4].

Je použitelný na všechny typy textilií i jejich různých směsí. Pigmenty nabízejí pestrou barevnou škálu. Velmi dobré výsledky poskytují ve zkouškách stálosti na světle, avšak nemají dobré stálosti v otěru [1].

Pigmenty jsou složeny z pigmentů, pojidel, záhustky a různých přísad pro zlepšení výsledných vlastností. Pigmenty jsou anorganické nebo organické sloučeniny ve formě pasty nebo kapaliny s velikostí částic do 1  $\mu\text{m}$ . Pojidla jsou deriváty kyseliny akrylové nebo butadienu (butylester, etylester). Požadavky kladené na pojidla jsou bezbarvost, odolnost vůči praní a dobrá adheze k textili. Jako záhustka se aplikují syntetické záhustky na bázi kyseliny akrylové (např. mikrosuspenze polyakrylanu amonného v organickém uhlovodíku). Do složení se přidává polyethylenglykol k udržení stability [1].

Při volbě distributora pigmentových barviv je velmi důležité hledisko velikosti částic. To je nezanedbatelné pro výsledný vzhled potisku. Při použití pigmentů o větších částicích jsou barvy sytější a naopak menší částice lépe pohlcují světlo a lépe přenášejí lesk [4].

Další typy barviv se využívají spíše sporadicky, jelikož jsou vhodné jen pro určitý typ materiálů a pro dokonalou fixaci je nutný delší a náročnější pracovní postup.

## 6.2 Reaktivní barviva

Technologický postup je následující: tisk – fixace (paření nasycenou parou nebo fixace horkým vzduchem při 102°C) – důkladné praní - sušení.

Pracovní postup skýtá poměrně hodně fází a nepatří k nejehospodárnějším. Tisk tímto způsobem je určen pro celulózová vlákna. Reaktivní barviva jsou velmi stabilní, protože tvoří pevnou kovalentní vazbu s vlákny potisknuté textilie. Vyznačují se dobrými stálostmi v praní a na světle.

Reaktivní systém tvoří dichlortriazin., avšak pro textilní tisk jsou použitelná barviva na bázi monochlortriazinu. Problémem je vysoká reaktivita barviv se zapouštěním na neobarvená místa. Typickými příklady barviv, vhodná pro tisk jsou Ostazin H (monochlortriazinové barvivo), Ostazin V (vinylsulfonové barvivo) a v České republice je to např. Syntesia [1].

Reakce barviv probíhá jen v alkalickém prostředí, které ionizuje hydroxylové skupiny celulózy, které mohou reagovat s reaktivními barvivy. Jako zahuštek se používá alginátů (např. sodný) [1].

Při tisku je důležitá přítomnost močoviny, kvůli důkladnějšímu rozpouštění barviva a bobtnání celulózy, a Tiskan 90, který chrání reaktivní barvivo před redukčním účinkem. Reaktivní barviva pro digitální tisk musejí být dále ještě upravována na rozdíl od sítotisku. Konvenčně dodávaná barviva obsahují velké množství soli (ve formě síranu sodného nebo chloridu sodného). Ta jsou příčinou koroze trysek v tiskací hlavě. K odstranění se používá reverzní osmózy, kdy polopropustná membrána odděluje jednotlivé ionty. Vysoký podíl soli má za důsledek sníženou rozpustnost. Rozpustnost je mnohdy problém, i pokud se sníží obsah soli. Tato potíž se eliminuje přidávkem lithia, který slouží jako náhrada za sodík. Barviva ještě obsahují hygroskopické složky

(diethylenglykol, propylenglykol), které zabraňují vysychání barviva v tryskách. Vyjmenovanými úpravami stoupají výrobní náklady a tím se zvyšuje celková cena tisku za použití reaktivní barviv [1].

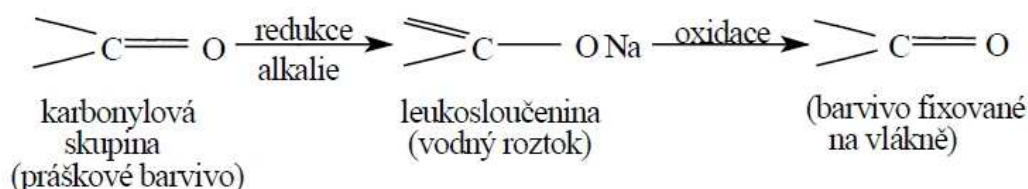
### 6.3 Kypová barviva

Mechanismus této technologie spočívá v: tisku – sušení – fixace (paření nasycenou parou) – praní (studená voda – mydlení za varu – studená voda).

Výhoda u kypových barviv je nadprůměrná stálost na světle a v praní, jasnost a sytost odstínů. Ne všechna kypová barviva nejsou vhodná k potiskování. Podmínkou je, že čas redukce barviva musí být přímo úměrný času paření. Pro tisk nejsou použitelná barviva s dobou redukce delší než 3 minuty [1].

Kypová barviva se používají v textilním tisku stejně jako při barvení. To znamená, že barvivo samo o sobě ve vodě nerozpustné se převede na rozpustnou formu. To se provádí alkalickou redukcí pomocí dithioničitanu sodného nebo Leptacitu (sulfinan sodný).

Takto vytvořený roztok barviva přejde do mezimicelárních prostorů vlákna. Oxidací se převede na původní nerozpustnou formu. Barvivo zůstane pevně spojeno s vláknem [1].



Obr. 2 Mechanismus fixace kypových barviv [1]

#### 6.3.1 Metody tisku kypovými barvivami

Pro tisk kypovými barvivy si můžeme vybrat jednu ze dvou technik, jednofázová (leptacito – potašový) a dvoufázová.

#### Jednofázový způsob

Při jednofázovém způsobu se redukční prostředek i alkálie přidávají přímo do tiskací pasty. Jako redukovadlo se volí Leptacit C (hydroxymetylsulfinan sodný  $\text{HO}-\text{CH}_2-\text{SO}_2\text{Na}$ ). Důležitou podmínkou je zabránění rozkladu Leptacitu jeho oxidací vzdušným kyslíkem.

Tiskací pasta obsahuje zahušťovadlo (Solvitose C5), kypové barvivo, uhličitan draselný (potaš), redukční prostředek (Leptacit C, Rongalit C), pomocné látky (urychlovač fixace, urychlovač redukce) [1].

#### Dvoufázový způsob

Hlavním úkolem dvoufázového způsobu bylo vyřešit nedostatky prvního typu potisku. V první fázi se textilie potiskne zahuštěným barvivem a následně se suší. V druhé fázi se na potištěnou textilií nanese roztok redukovadla (dithioničitan sodný) a alkálie (hydroxid sodný). Mokrý textilie se paří a fixuje v prostředí přehřáté páry.

U tohoto způsobu můžeme zaznamenat jen klady, které spočívají v neomezené trvanlivosti chemikálií, potištěná textilie se nemusí hned pařit a časy jednotlivých procedur jsou kratší [1].

## **6.4 Kyselá barviva**

Technologický postup je následující: tisk – fixace (fixace horkým vzduchem při  $103^\circ\text{C}$  po dobu 30-40 minut) – důkladné praní - sušení.

Jedná se aniontová barviva (sodné soli barevných sulfokyselin), která jsou určena pro barvení a potisk proteinových a polyamidových vláken. Ionty barviva jsou elektrostaticky přitahovány opačně nabitými skupinami vláken.

Stejně jako reaktivní barviva se i barviva kyselá musejí upravovat pomocí hygroskopických složek, aby se zabránilo jeho vysychání.

Výhodou jsou jasnější a hlubší odstíny, velmi dobré stálosti za mokra a jednoduchá a levná metoda výroby [1].

## **7 Jiné technologie tisku**

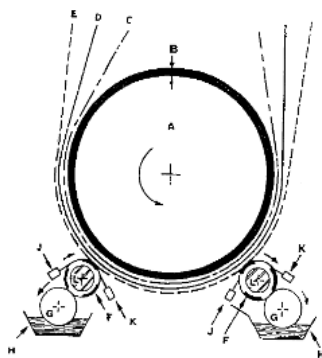
S nástupem nových technologií a s větším prohlubováním znalostí se způsob potiskování textilií postupně mění v průběhu času a stává se stále dokonalejším. Výrobci textilních tiskařských strojů zaměřují svoji pozornost na zrychlení a zkvalitnění výrobního procesu a jeho efektivním řízením, což napomáhá úspoře času a zlepšení výsledného efektu potištěných textilií, a tím bude pozitivně ovlivněna i ekonomická stránka věci.

Abychom mohli porovnávat různé techniky tisku, musíme se s jednotlivými metodami seznámit. Následující výčet je v chronologickém pořadí, tak jak se jednotlivé technologie vyvíjely [3].

### **7.1 Stojní válcový tisk**

Hlavní částí tohoto stroje je měděný válec s vyrytým vzorem, který chceme tisknout na textil. Rytiny jsou do hloubky zaplněny barvou nanášenou z barevníku. Válec se postupně přitlačuje na procházející textilní substrát a tak je barva postupně přenášena z válce na tkaninu. Stroj musí obsahovat více válců, pokud má mít vytištěný vzor více barev. Zde platí, že každý rytý válec tiskne právě jednu barvu. Tato technika je vhodná pro masovou výrobu stejného potisku [3].





A - centrální válec, B – tkanina, C - tiskací deka, D – běhoun, E - nepotíštěná tkanina, F - tiskací hlubotiskový válec G - nanášecí válec, H - korýtko s tiskací pastou, J, K - stěrky)

Obr. 3 Schéma válcového stroje [1]

## 7.2 Filmový tisk

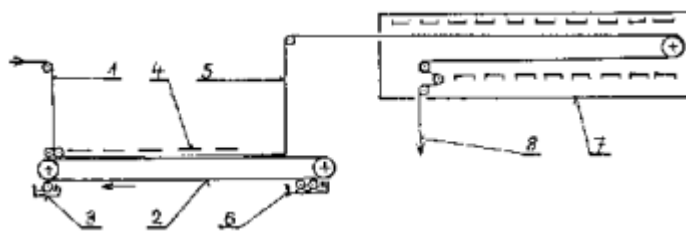
Principem této metody je potisk textilie prostřednictvím šablony, na které je vzor. Sítem šablony, které musí být v místě vzoru propustné, se protlačí tiskací pasta pomocí stěrky (elektronická, dutá, magnetická). Každá barva má svoji šablonu. Stroje pro filmový tisk prošly vývojem od ručního pohonu až po plnou automatizaci. Šablony mohou být ploché nebo kruhové [3].

### 7.2.1 Filmový tisk s plochými šablonami

Nejdůležitější částí tohoto druhu tisku je plochá šablona, která je složena z rámu, sloužícího jako nosná konstrukce k udržení výchozího tvaru šablony i po delším užívání, síta, jehož hlavním úkolem je vytvořit podklad pro nános krycí vrstvy laku v místech, která nemají být potíštěna a raportního zařízení, které je podstatné pro plynulost výroby [1].

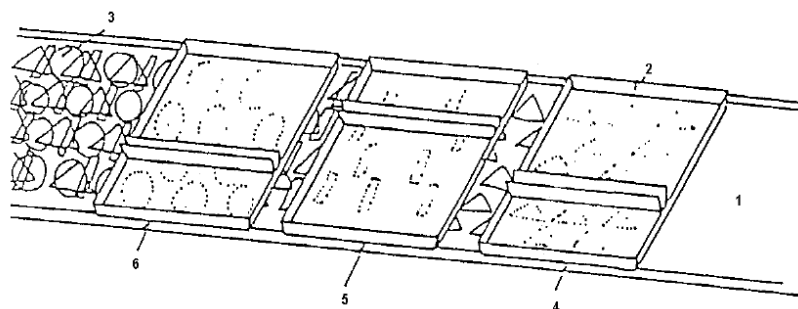
Hlavní mechanismus spočívá v posunu tkaniny, která je nalepena na pryžovém válci, vždy o jeden raport. Šablony se spustí dolů, probíhá vlastní tisk, následně se zvednou a tkanina se opět posune. Na odvodu se potíštěná tkanina odlepí a je transportována do sušícího zařízení. Produktivita stroje je zhruba 10 m/min [3].

Pro názornost průběhu tisku slouží následující obrázky:



1-vstup textilie, 2-nekonečný pryžový dopravník, 3-lepící zařízení, 4-ploché šablony, 5-odvod textilie, 6-zařízení pro mytí dopravníku, 7-trysková sušárna, 8-výstup zboží

Obr. 4 Schéma filmového stroje s plochými šablonami [5]



1 - nepotíštěná textilie, 2 – šablona, 3 - potištěná textilie, 4 - šablona pro tiskací pastu 1, 5 - šablona pro tiskací pastu 2, 6 šablona pro tiskací pastu 3

Obr. 5 Potisknutá tkanina [1]

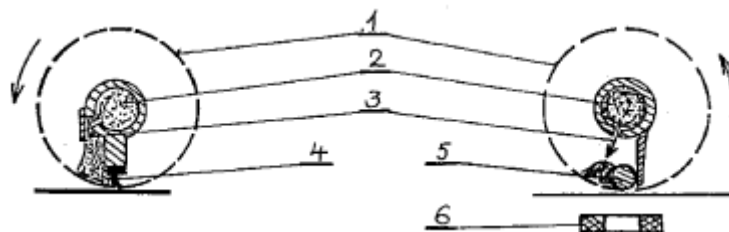
Ve firmách se používají především stroje značky STORK (Holandsko) a Zimmer (Rakousko) [3].

### 7.2.2 Filmový tisk rotačními šablonami

S nároky na plynulost a rychlejší produkci se zrodila myšlenka stočit ploché šablony do válcového tvaru. Takto se odstranil přerušovaný pohyb textilie.

Šablony jsou vyrobeny z tenkostěnné (0, 1 mm), bezešvé trubky, konce jsou ukončeny kovovými prstenci, které jsou nasazeny do otočných hlav po obou stranách stroje. Jako materiál se používá nikl [3].

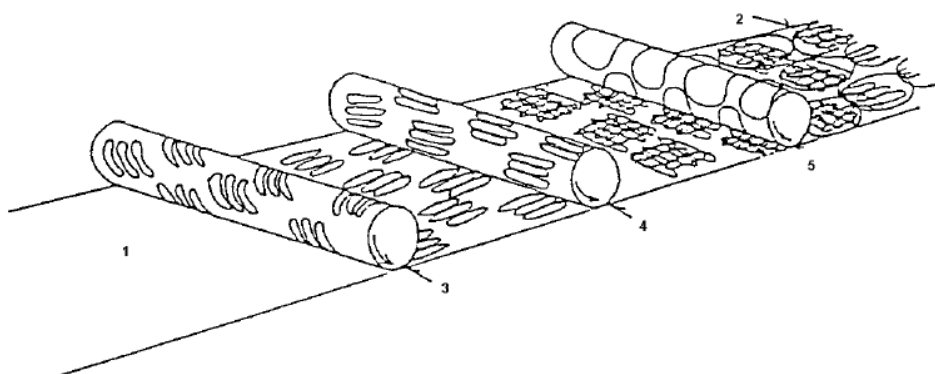
Pohon rotačních šablon je synchronizován s pohonem podložky. Šablona se otáčí, zatímco se tkanina pomalu posouvá. Uvnitř válce se nachází stěrka s tiskací pastou, která je přiváděna dávkovacím čerpadlem [1].



1 — rotační šablona, 2 — přívod barviva, pasty, 3 — regulovatelný výtok pasty, 4 — přítlačná pryž protlačující pastu místem vzoru, 5 — železný váleček, 6 — elektromagnet

Obr. 6 Schéma rotační šablony s dutou a magnetickou stěrkou [5]

Výroba potištěné tkaniny tímto způsobem probíhá následovně:



1 - nepotištěná textilie, 2 - potištěná textilie, 3 - rotační šablona pro první barvu, 4 - rotační šablona pro druhou barvu, 5 - rotační šablona pro třetí barvu

Obr. 7 Výroba tkaniny [1]

Konstrukce se liší dle typu výrobce. Rozdíl je v uložení šablon, struktura a pohon stěrek je u každého typu jiná. Nejčastěji používané stroje jsou značky STORK, Reggiani a Zimmer [1].

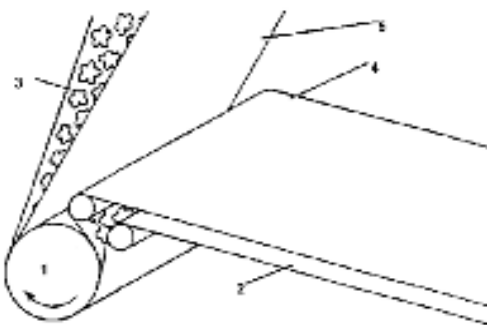
Z každoročních průzkumů vyplývá, že až 60% celosvětové výroby se uskutečňuje právě filmovým tiskem rotačními šablonami [3].

Limitem nadále zůstává výroba a vzorování šablon pro oba typy filmového tisku. Dokonalejší systém vzorování je možný pomocí CAD systémů, kterými se zhotovují transparentní filmy pro jednotlivé barvy. Programy jsou přizpůsobeny pro textilní tisk. Fotografickou cestou se pak pomocí těchto filmů vytvoří vzor na šabloně. Moderní stroje mohou vzorovat díky laserovému zařízení, která odstraní lak na šabloně v místech, která budou tisknout. Další novinka je tryskové zařízení JetScreen, ovládané počítačem, nanáší lak na šablonu na místa, která nebudou tisknout [3].

### 7.3 Přenosový tisk

Tisk touto metodou patří mezi speciální druh potiskování textilu. Jedná se o jedinečný a snadný pracovní postup.

K výrobě je klíčový pomocný (tzv. přenosový) papír, který je potištěný speciálními barvivy v požadovaném vzoru. Přenosový papír je v přímém kontaktu s tkaninou. Za současného působení tepla a tlaku dojde k sublimaci barviva, které ve formě páry okamžitě difunduje do textilie [1].



1 - vyhřívaný válec, 2 – nepotištěná textilie, 3 - potištěná textilie, 4 - přenosový papír potištěnou stranou směrem k textili, 5 - použitý papír

Obr. 8 Schéma výroby přenosovým tiskem [1]

Pro tento typ tisku se používají disperzní barviva. Teplota se pohybuje okolo 180 až 220° C. Přenosový tisk je vhodný zejména pro polyester, který je sám o sobě velmi těžko barvitelný. Použití je možné na triacetát, polyamid a polyakrylát. Omezením je materiálové použití, pouze pro syntetická vlákna a jejich směsi v minimálním poměru 50/50 [1].

## 8 Porovnání technologií tisku

Výhody a nevýhody jednotlivých tiskacích technik jsou shrnuty v následující tabulce č. 1:

	Válcový tisk	Filmový tisk plochými šablonami	Filmový tisk rotačními šablonami	Přenosový tisk	Digitální tisk
Rychlost tisku	Střední	Nízká	Vysoká	Střední	Nízká
Kvalita tisku	Dobrá	Dobrá	Vynikající	Vynikající	Vynikající
Ostrost kontur	Vynikající	Dobrá	Dobrá	Vynikající	Vynikající
Brilance vybarvení	Nízká	Nízká	Dobrá	Dobrá	Vynikající
Výroba velké série	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne
Použitelnost pro jakýkoli materiál	Ano	Ano	Ano	Ne	Ano

Možnost volby typů barviv	Ano	Ano	Ano	Ne	Ano
Čistota práce	Nízká	Nízká	Střední	Vysoká	Vysoká
Nutnost šablon	Ano	Ano	Ano	Ne	Ne
Plynulost výroby	Ano	Ne	Ano	Ne	Ano

Tab. 1 *Výhody a nevýhody jednotlivých technologií tisku*

Digitální tisk představuje revoluční novinku v porovnání s výše uvedenými způsoby. Jedná se o spojení výhod ze všech technik. Neodmyslitelný posun spočívá v možnosti vytvoření vzoru počítačovými programy nebo oskenování, a následně jím textilií potisknout. Tím se snížil čas potřebný k přípravě tisku a odpadla i náročná výroba šablon. Díky tomu je možné vyrábět i jeden jediný kus. S tím je spojená i dokonalá flexibilita stroje, který se dokáže hned přizpůsobit novým trendům, jež jsou na trhu zrovna aktuální. A nic není tak proměnlivé jako móda. Tyto aspekty mají vliv především na menší tiskárny. Mohou lépe vyhovět svým zákazníkům [4].

Velký přínos byl zaznamenán v oblasti barev. Digitální tisk nabízí širokou paletu barev, všech možných odstínů. Čistota a sytost jsou ve vysoké kvalitě. Ostrost vzoru a stálosti potisknutých míst jsou výborné. Stejně jako u přenosového tisku není nutné praní potisknuté tkaniny, a proto se řadí k hospodárným procesům. Dalšími plasy digitálního tisku je vysoké rozlišení. Podstatný je nízký vliv na životní prostředí. Oproti nejpoužívanějšímu filmovému tisku rotačními šablonami je práce s digitální technologií rychlejší a hlavně pro samotné tiskaře čistší. Nicméně bude asi ještě nějakou dobu trvat, než bude filmový tisk plně nahrazen tiskem digitálním. Náklady jsou v první fázi pořízení stroje a potřebného vybavení značné a nezanedbatelné [4].

## 9 Laboratorní testy

Další část bakalářské práce je zaměřena praktickým směrem a orientuje se na laboratorní testování vzorků, které zastupují jednotlivé typy potisku textilií. Testy slouží především ke zjištění množství fixovaného barviva, které zůstane na textilií po aplikaci potisku různými technologiemi. Součástí této části je i ekonomické srovnání jednotlivých druhů tisku.

## **9.1 Testování pomocí příčných řezů**

Testování bylo provedeno v laboratoři katedry Textilních technologií, TU v Liberci. Jednalo se o technologii příčných řezů jednotlivých vzorků, díky které se bylo zjištěno množství barviva v průřezu. Toto barvivo je na textilií fixováno, jelikož u všech vzorků byl dodržen celý pracovní postup, který je zapotřebí k samotným technologiím potiskování textilií. Jak je patrné z předcházející části, jednotlivé druhy tisku se liší, jak svými předúpravami, tak i následnými dokončovacími operacemi.

Testování se provádělo na vzorcích, které jsem získala z průmyslové praxe. Vzorky potištěné digitálním tiskem pocházejí ze dvou strojů různých značek, jedná se o osmihlavé stroje. Materiálové složení je 100% bavlna.

První vzorek je potištěn pigmenty strojem firmy Brother. Tento vzorek byl nejprve zažehlen. Následně byl aplikován vodný roztok Fixativu. A po aplikaci Fixativu se vzorek znovu zažehlil. Aplikace Fixativu je nutná pro dobré ulpění barviva na textilií. V místech, kde by nebyl nanesen Fixativ nebo by byla jeho koncentrace malá, zůstalo by fixováno menší množství barviva a vybarvení by nebylo příliš syté. Tento fakt je patrný z obrázků č. 4 a 5, které jsou v příloze. Po této úpravě materiálu následuje samotný tisk.

Druhý vzorek, reprezentující digitální tisk, je potištěn strojem izraelské značky Kornit. Technologický postup tisku je téměř shodný s pracovním průběhem jako u firmy Brother, pouze s tím rozdílem, že dojde k vynechání kroku, ve kterém se nanáší Fixativ, jako samostatné operace. K jeho aplikaci dochází přímo ve stroji, těsně před tiskem.

Oba potisky jsou aplikovány na jednom podkladu (tričko), bude tedy zajímavé porovnání jednoho a druhého stroje a množství fixovaného barviva. Vzhledem k tomu,

že množství barviva fixovaného na textilií je závislé i na plošné hmotnosti textilie, které je potiskována.

Oba vzorky jsou potisknuty pomocí pigmentů.

Třetím testovaným vzorkem je vzorek potištěný technologií digitálního tisku, nyní reaktivními barvivy. Potisk byl vytvořen na stroji Textile JET Tx-1600S. Vzorek je 100% bavlna. Před samotným tiskem je textilie upravena pomocí operace klocování. Tímto krokem se nanáší vodný roztok barviva s přísadami na textilní materiál, s následným odmačkáním přebytečného roztoku. Poté se přechází na tisk vzoru a tisk se nechá zaschnout. Textilie se stočí do role a ta je následně dána do paráku a při teplotě 100°C se paří asi 30 min.

Dalším vzorkem je 100% polyester. Tento typ tkaniny je vhodný hlavně pro sublimační (přenosový) tisk. Barviva použitá pro sublimační tisk jsou disperzní. Vzorek byl potištěn na stroji Mimaki JV4 30. Potisk se na textilií dostal pomocí přenosového papíru, na kterém je vzor. Přenesení bylo uskutečněno při teplotě 180°C a přítlaku po dobu jedné minuty.

Posledním vzorkem určeným pro testování je zástupce filmového tisku rotačními šablonami. Textilním podkladem je 100% bavlna a použitá barviva pro tento způsob tisku jsou pigmenty.

Všechny vzorky se nalézají v příloze pod č. 7.

### **9.1.1 Pracovní postup přípravy vzorků**

Příprava výše popsaných vzorků pro zjištění intenzity barviva v příčném řezu probíhala dle následujícího pracovního postupu. Vzorečky se upravily na velikost 6x6 cm. Takto přípravné vzorky se namáčely v roztoku Spolionu 8 (koncentrace 5 g/l) a Duvilaxu KA – 11 (lepidlo). Roztok byl velmi řídký, zhruba v konzistenci mléka. Spolion je smáčedlo a působí tak, aby se roztok dostal do středu příze. Spolu s Duvilaxem odbourává nečistoty a slouží ke správné fixaci. Po této proceduře se vzorky nechají 24 hodin schnout. Tímto krokem jsem zpracovala všechny vzorky. Vzorek potištěný reaktivní barvivy se v této fázi znehodnotil. Reaktivní barvivo se



začalo z textilie vymývat do roztoku. Testování tohoto vzorku pomocí příčných řezů není možné.

Druhým krokem pracovního postupu byla aplikace samotného Duvilaxu (lepidla). Opět se vzorky 24 hodin sušily.

Dalším krokem je zalévání 0,4 mm širokých pásků jednotlivých vzorků do vosku. Po důkladném vysušení a odležení se přistoupilo k samotnému řezání vzorků.

Po důkladném zaschnutí vzorku následovalo samotné řezání. Vzorky byly řezány na řezačce v celkové tloušťce 30  $\mu\text{m}$ . Použitý mikroskop je značky Nikon – Aplhaphot 2YS2. Měření bylo kalibrováno na 10x0,6  $\mu\text{m}$ . Mikroskop byl nastaven na 10  $\mu\text{m}$ , na mikroskopu byl přidán nástavec Nikon – TV Lens C-0,6  $\mu\text{m}$ .

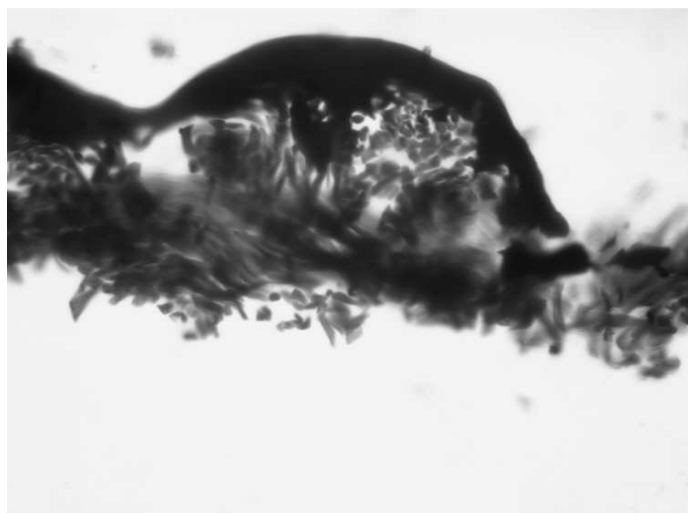
### **9.1.2 Výsledky testů**

Příčné řezy byly provedeny, jak po osnově, tak po útku (u polyesterových tkanin) a po směru řádků a sloupků (u bavlněných pletenin). Nános barviva je ovlivněn celkovou nestejnou měrností přízí, ze kterých jsou textilie vyrobeny. Díky této vlastnosti je i nános barviva dosti nerovnoměrný. Od každého vzorku jsem zpracovala 10 měření, byla změřena celková tloušťka textilie a následně pouze tloušťka barviva. Proměřená místa byla náhodně vybrána.

#### **9.1.2.1 Digitální tisk (vzorek potištěný technologií Brother)**

První je vzorek digitálního tisku technologie Brother, jednalo se o pleteninu. Výsledky měření jsou shrnuty v následujících tabulkách č. 2 a 3.

Tento vzorek byl řezán po řádku.



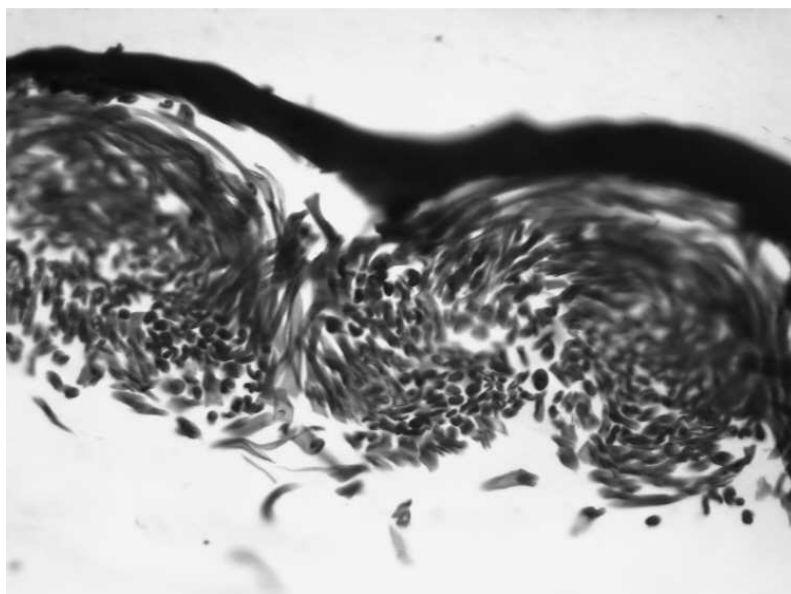
Obr. 9 Příčný řez po řádce

Měření	Tloušťka celé textilie [ $\mu\text{m}$ ]	Tloušťka probarvení [ $\mu\text{m}$ ]	Procentuální vyjádření množství barviva [%]
1.	518,81	56,26	10,8
2.	471,3	81,26	17,2
3.	358,79	106,26	29,6
4.	385,04	71,26	18,5
5.	431,3	75,01	17,4
6.	452,55	145,02	32
7.	412,55	56,26	13,6
8.	388,79	122,51	31,5
9.	426,3	83,76	19,6
10.	462,55	148,77	32,1

Tab. 2 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po řádce

Průměrná tloušťka textilie je 430,79  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 94,64  $\mu\text{m}$ . Procentuální vybarvení je 22,23%.

Toto měření bylo prováděno na vzorku, jehož příčný řez byl udělán po sloupku.



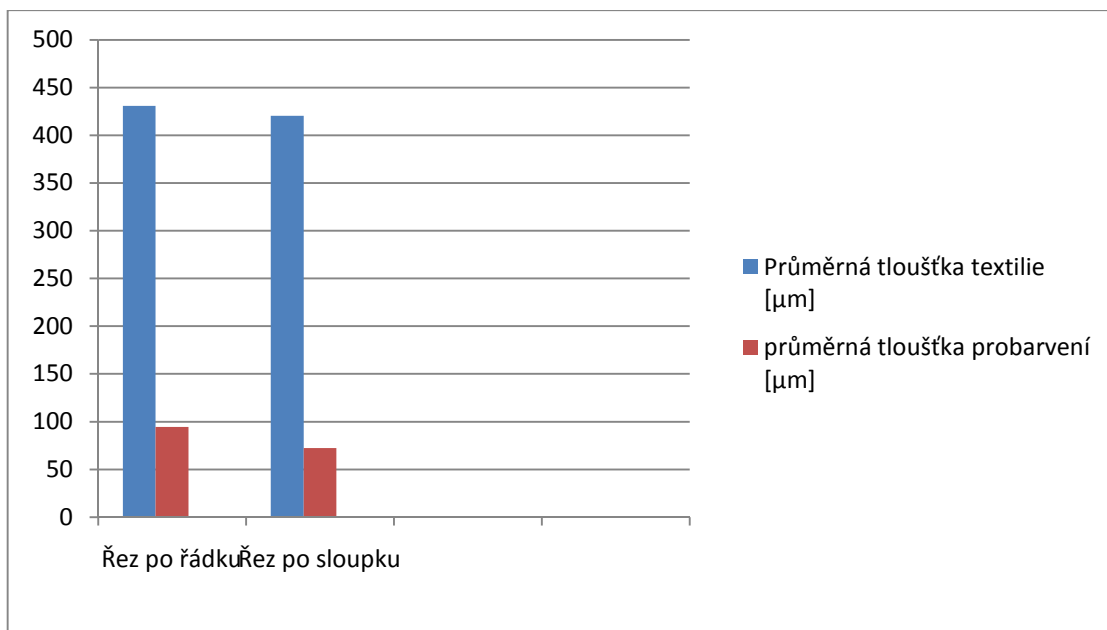
Obr. 10 Příčný řez po sloupku

Měření	Tloušťka celé textilie [ $\mu\text{m}$ ]	Tloušťka probarvení [ $\mu\text{m}$ ]	Procentuální vyjádření množství barviva [%]
1.	463,8	100,01	21,5
2.	311,29	77,51	24,9
3.	282,53	42,5	15
4.	445,05	102,51	23
5.	430,05	83,76	19,4
6.	515,06	35	6,8
7.	502,56	53,76	10,7
8.	488,81	123,76	25,3
9.	445,05	76,26	17,1
10.	318,79	27,5	8,6

Tab. 3 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po sloupku

Průměrná tloušťka textilie je 420,3  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 72,25  $\mu\text{m}$ . Procentuální vybarvení je 17,23%.

Porovnání probarvení po směru řádků a sloupků ilustruje následující graf č. 1.



Graf 1 Porovnání řezu po řádku a po sloupku u vzorku potisknutého strojem Brother

#### 9.1.2.2 Digitální tisk (vzorek potištěný strojem Kornit)

Druhým vzorkem je zástupce digitálního tisku stroje Kornit, i zde se jednalo o pleteninu.

Tento vzorek byl řezán po řádku.



Obr. 11 Příčný řez po řádku

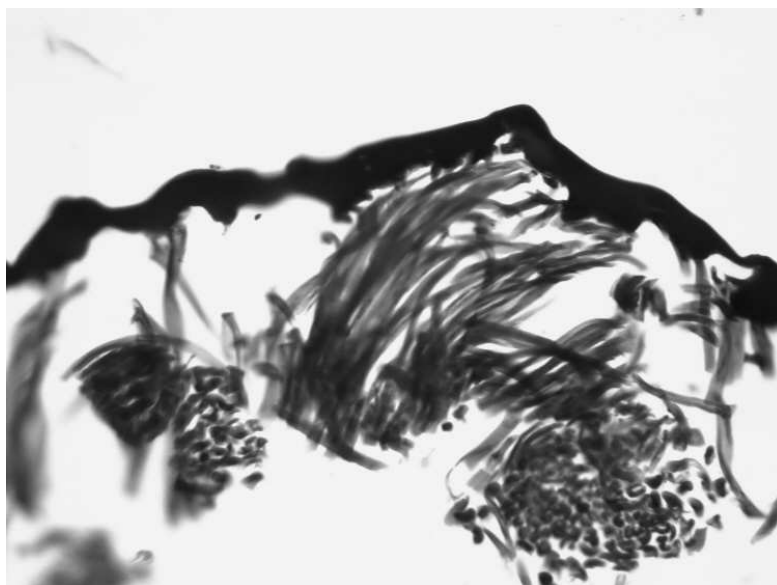
Měření	Tloušťka celé textilie [μm]	Tloušťka probarvení [μm]	Procentuální vyjádření množství
--------	-----------------------------	--------------------------	---------------------------------

			barviva [%]
1.	473,8	61,26	12,9
2.	497,56	61,26	12,3
3.	418,8	42,5	10,7
4.	371,29	46,26	12,4
5.	506,31	50,01	9,9
6.	501,31	53,76	10,7
7.	453,8	38,75	8,5
8.	468,8	46,26	9,8
9.	437,55	60,01	13,7
10.	491,31	45,01	9,1

Tab. 4 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po řádku

Průměrná tloušťka textilie je 462  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 50,5  $\mu\text{m}$ .  
Procentuální vybarvení je 11%.

Tento vzorek byl řezán po sloupku.



Obr. 12 Příčný řez po sloupku

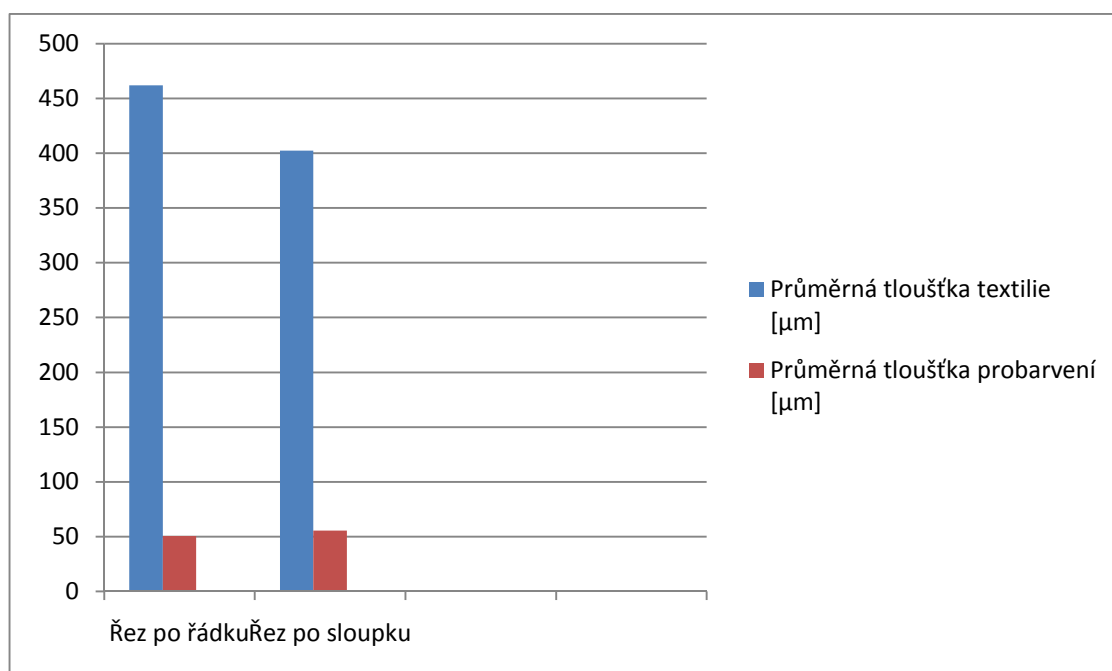
Měření	Tloušťka celé	Tloušťka	Procentuální
--------	---------------	----------	--------------

	textilie [ $\mu\text{m}$ ]	probarvení [ $\mu\text{m}$ ]	vyjádření množství barviva [%]
1.	436,3	50,01	11,5
2.	355,04	55,01	15,5
3.	385,04	75,01	19,5
4.	393,79	26,25	6,7
5.	463,8	33,75	7,3
6.	450,05	67,51	15
7.	335,04	41,25	12,3
8.	503,81	157,52	31,3
9.	362,54	26,25	7,2
10.	337,54	23,75	7

Tab. 5 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po sloupku

Průměrná tloušťka textilie je 402,3  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 55,63  $\mu\text{m}$ . Procentuální vybarvení je 13,3%.

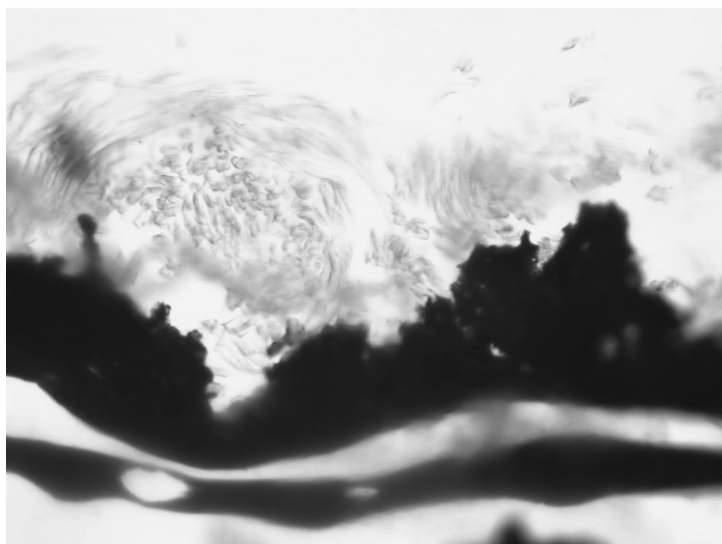
Porovnání probarvení po směru řádků a sloupků ilustruje následující graf č. 2.



### 9.1.2.3 Filmový tisk rotačními šablonami

Třetím vzorkem je vzorek potisknutý sítotiskem, v tomto případě se také jedná o pleteninu.

Tento vzorek byl řezán po řádku.



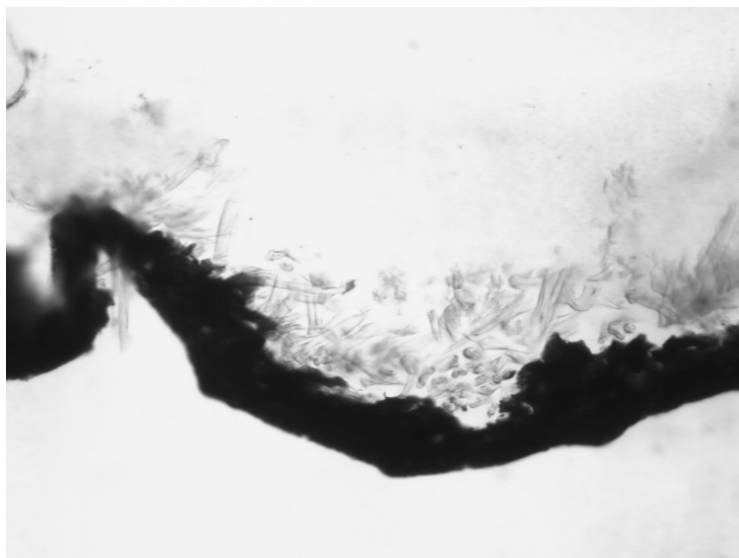
Obr. 13 Příčný řez po řádku

Měření	Tloušťka celé textilie [ $\mu\text{m}$ ]	Tloušťka probarvení [ $\mu\text{m}$ ]	Procentuální vyjádření množství barviva [%]
1.	568,81	252,53	44,4
2.	582,57	280,03	48
3.	582,57	286,28	49,1
4.	592,57	296,28	50
5.	668,83	323,79	48,4
6.	667,58	348,79	52,2
7.	688,83	316,29	46
8.	415,05	211,21	50,8
9.	506,31	303,78	60
10.	506,31	236,28	46

Tab. 6 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po řádku

Průměrná tloušťka textilie je 577,9  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 285,5  $\mu\text{m}$ . Procentuální vybarvení je 49,5%.

Tento vzorek byl řezán po sloupku.



Obr. 14 Příčný řez po sloupku

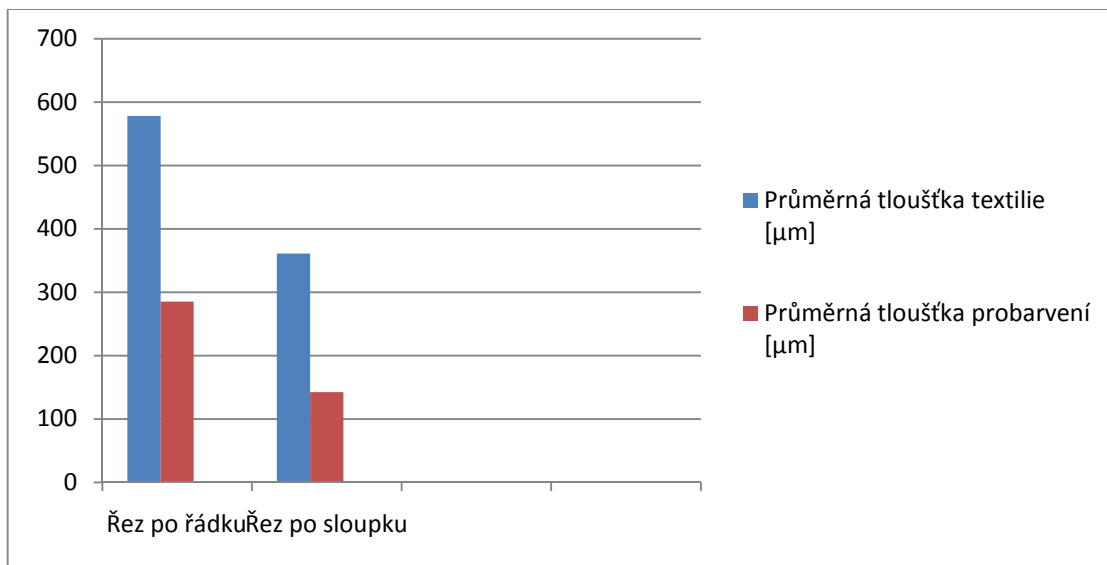
Měření	Tloušťka celé textilie [ $\mu\text{m}$ ]	Tloušťka probarvení [ $\mu\text{m}$ ]	Procentuální vyjádření množství barviva [%]
1.	547,56	217,52	39,7
2.	621,32	138,77	22,3
3.	373,79	205,02	54,8
4.	410,05	152,52	37,2
5.	237,53	105,01	44,2
6.	288,28	125,01	43,3
7.	208,77	98,76	47,3
8.	350,04	160,02	45,7
9.	331,29	150,02	45,3
10.	240,03	72,51	30,2

Tab. 7 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po sloupku



Průměrná tloušťka textilie je 360,9  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 142,5  $\mu\text{m}$ . Procentuální vybarvení je 41%.

Porovnání probarvení po směru řádků a sloupků ilustruje následující graf č. 3.



Graf 3 Porovnání řezu po řádku a po sloupku u vzorku potisknutého sítotiskem

#### 9.1.2.4 Sublimační (přenosový) tisk

Posledním čtvrtým vzorkem je potisknutá tkanina disperzními barvivy přenosovým tiskem.

Tento vzorek je řezaný po osnově.



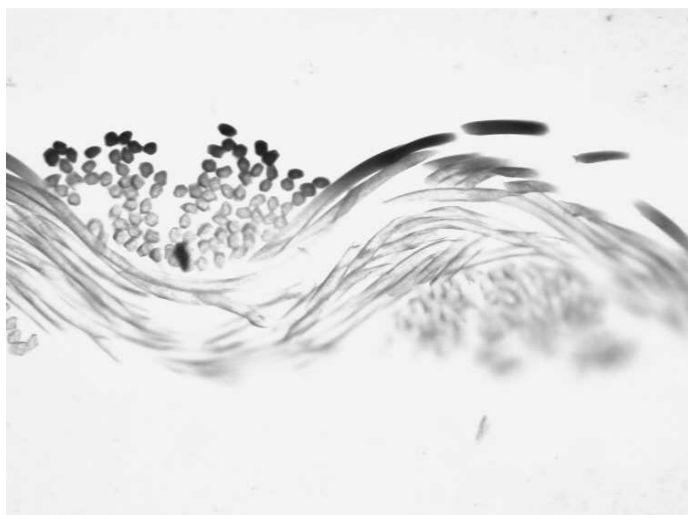
Obr. 14 Příčný řez po osnově

Měření	Tloušťka celé textilie [ $\mu\text{m}$ ]	Tloušťka probarvení [ $\mu\text{m}$ ]	Procentuální vyjádření množství barviva v textilií [%]
1.	293,78	43,75	14,9
2.	363,79	66,26	18,2
3.	383,79	26,25	6,8
4.	378,79	75,01	19,8
5.	320,04	87,51	27,3
6.	362,54	87,51	24,1
7.	366,29	90,01	24,5
8.	370,04	63,76	17,2
9.	382,54	95,01	24,8
10.	375,04	67,51	18

Tab. 8 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po osnově

Průměrná tloušťka textilie je 359,6  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 70,56  $\mu\text{m}$ . Procentuální vybarvení je 19,56%.

Tento vzorek je řezán po směru útku.



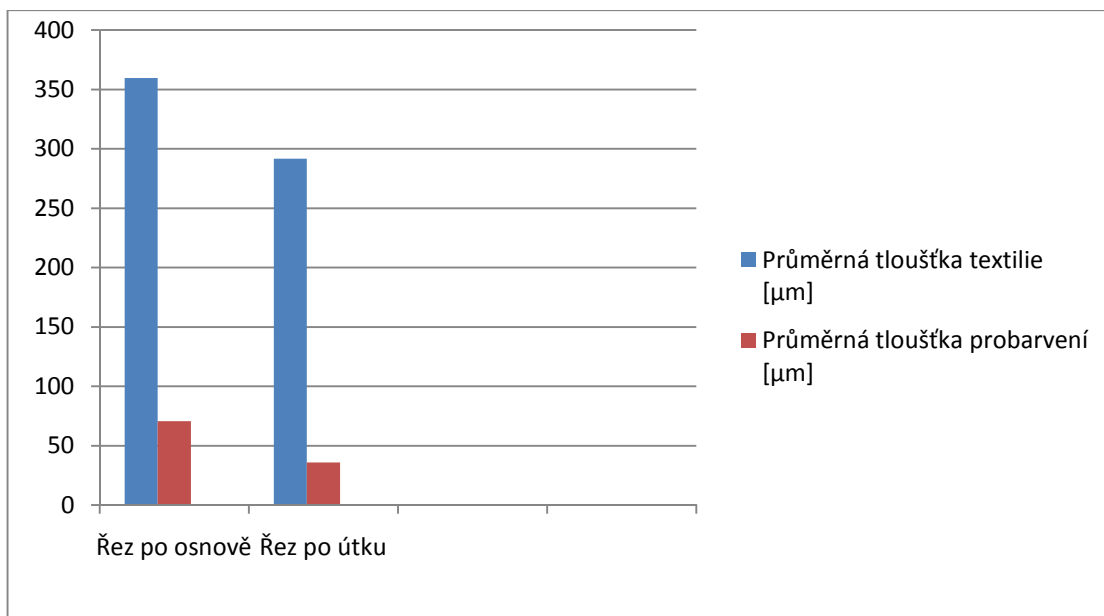
Obr. 15 Příčný řez po útku

Měření	Tloušťka celé textilie [ $\mu\text{m}$ ]	Tloušťka probarvení [ $\mu\text{m}$ ]	Procentuální vyjádření množství barviva [%]
1.	260,03	32,5	12,5
2.	277,53	35	12,6
3.	257,53	51,26	20
4.	257,53	46,26	17,9
5.	152,52	27,5	18
6.	327,54	33,75	10,3
7.	356,29	2,5	0,7
8.	396,29	15	3,8
9.	307,53	92,51	30
10.	325,04	23,75	7,3

Tab. 9 Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po útku

Průměrná tloušťka textilie je 291,78  $\mu\text{m}$ , průměrná tloušťka probarvení je 36  $\mu\text{m}$ . Procentuální vybarvení je 13,3%.

Porovnání probarvení po směru osnovy a útku ilustruje následující graf č. 4.



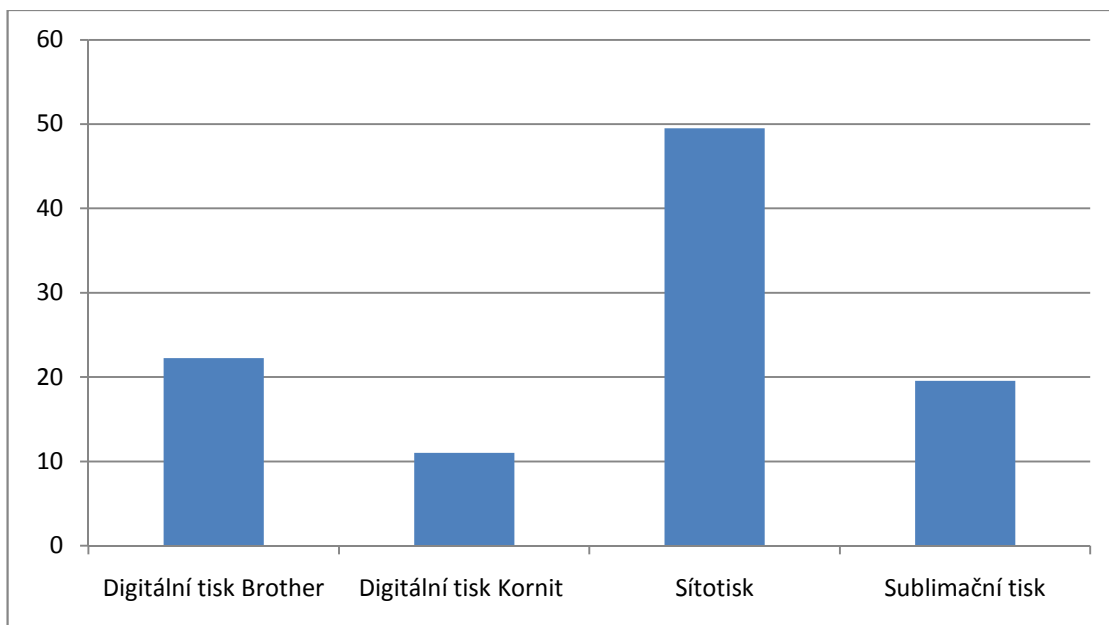
Graf 4 Porovnání řezu po směru osnovy a útku u vzorku potisknutého sublimačním tiskem

### 9.1.3 Zhodnocení výsledků

První tři vzorky měli souvislou vrstvu barviva, která neměla ve všech místech stejnou délku. PES tkanina měla probarvené jednotlivé příze a probarvení bylo dosti nerovnoměrné. Nerovnoměrnost vybarvení souvisí se samotnou nestejnoměrností samotné příze (popř. nitě).

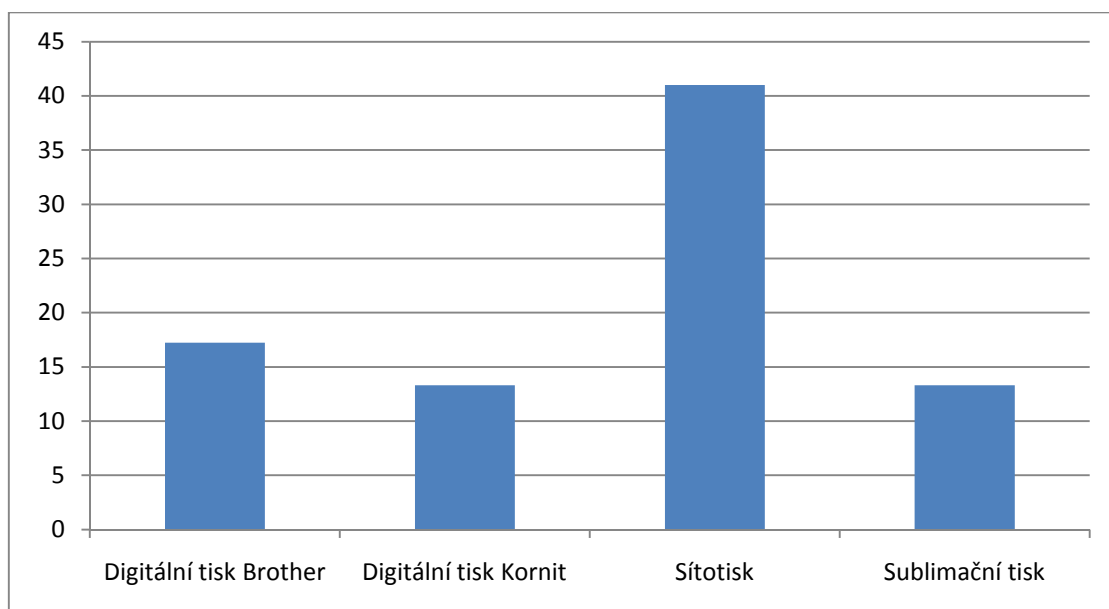
Celkové srovnání jednotlivých technologií a stupňů jejich probarvení je znázorněno na grafech č. 5 a 6.

První graf porovnává procentuální probarvení v řezu po směru řádku (u bavlněných pletenin) a u PES tkaniny po směru osnovy.



Graf 5 Porovnání procentuálního vybarvení v řezu po řádku (pleteniny) a osnově (tkanina)

Následující graf znázorňuje porovnání probarvení v řezu po směru sloupku (u bavlněných pletenin) a útku (u polyesterové tkaniny).



Graf 6 Porovnání procentuálního vybarvení v řezu po sloupku (pleteniny) a útku (tkanina)

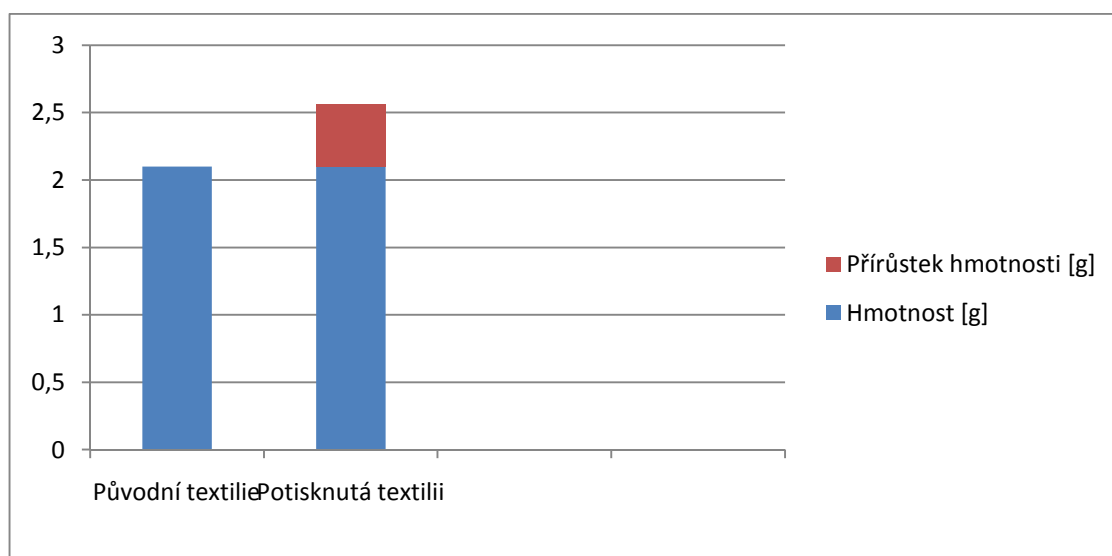
## 9.2 Hmotnost

Dalším sledovaným parametrem je změna hmotnosti před a po tisku. Jednotlivé technologie potiskování textilií se liší ve způsobu nanášení barviva na textilní podklad, ale i ve množství naneseného barviva. Následující grafy ilustrují, jak se změnila hmotnost samotné textilie po potisku. Aby byly hmotnosti srovnatelné, jedná se o plně potisknutý vzorek (celá plocha je dokonale potisknuta).

K této metodě jsem využila vyřezávače kruhových vzorků a přesné ploše 10 000 mm<sup>2</sup>. Takto vyřezané vzorky jsem zvažila na elektronických vahách s přesností na dvě desetinná místa.

### 9.2.1 Změna hmotnosti u vzorku potisknutého strojem Brother

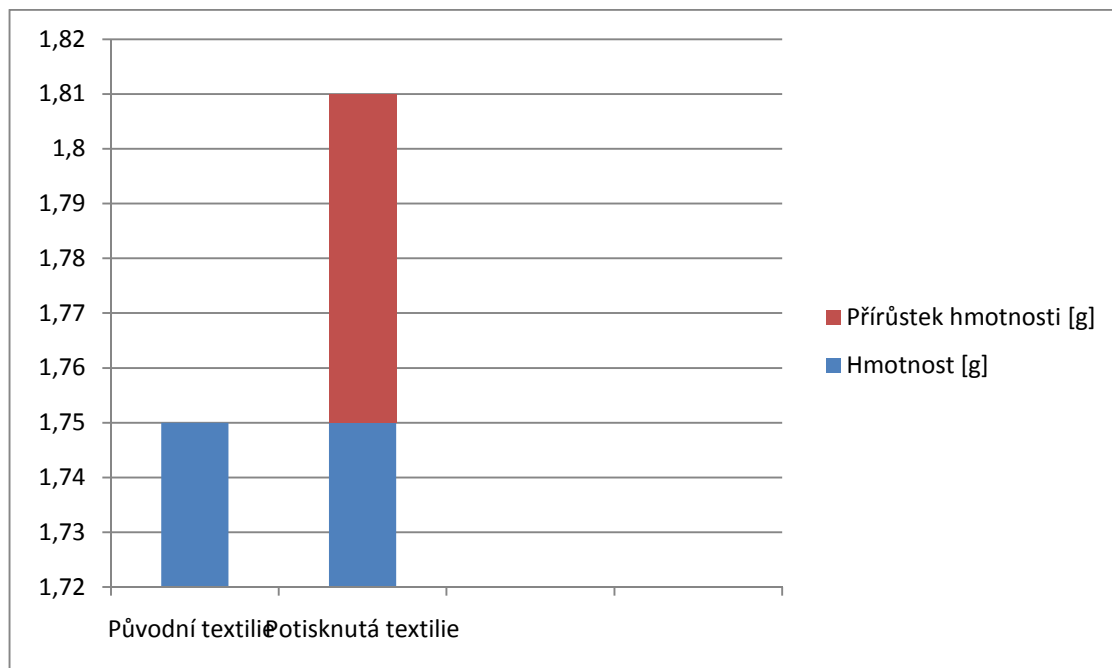
Tato technologie je obecně považována za techniku, při níž dochází k aplikaci menšího množství barviva ve srovnání s klasickým sítotiskem. Tento vzorek je potištěn strojem značky Brother, barviva zde použita jsou pigmenty. Jak, ale můžeme vyčíst z grafu č. 7, po tisku došlo k nárůstu hmotnosti o 21,9 % hmotnosti původní. Hmotnost samotné textilie byla 2,10 g a potisku hmotnost stoupla na 2,56 g. K takovému nárůstu došlo zejména, i protože je jednalo o tmavý podklad. Důvodem je, že při tisku na tmavý základ se nejprve tiskne bílá barva a následně na tu se tiskne požadovaný vzor. Pokud by se potisk tiskl rovnou na tmavý podklad, výsledný vzor by nebyl vidět vůbec nebo jen v nejasných konturách.



Graf 7 Změna hmotnosti před a po tisku strojem Brother

### 9.2.2 Změna hmotnosti u vzorku potisknutého reaktivními barvivy

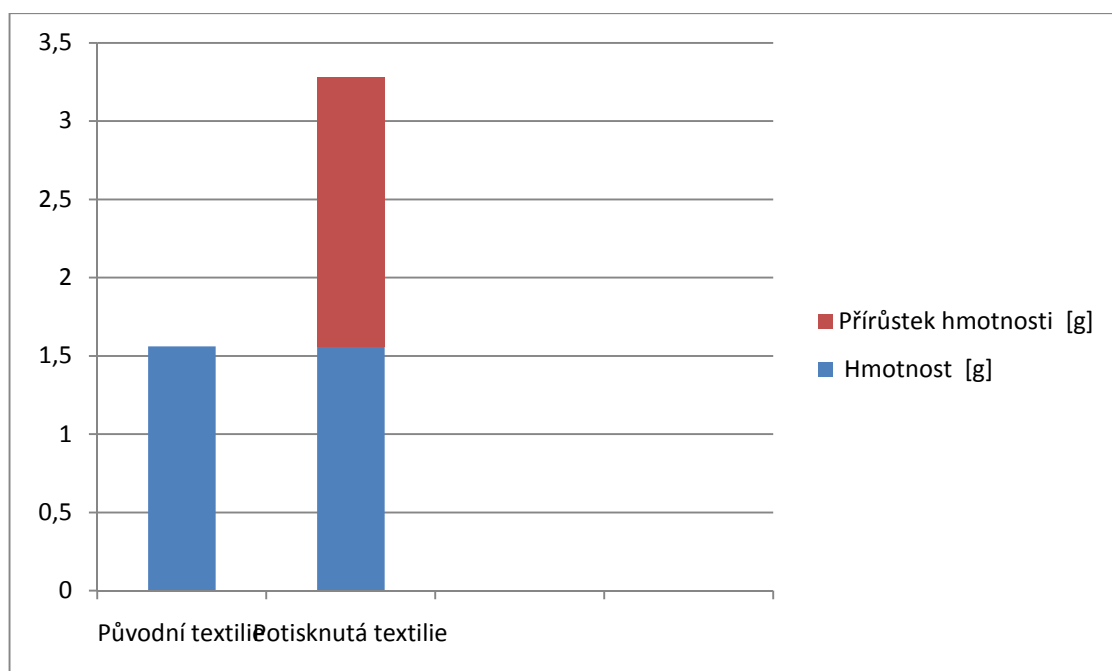
Hmotnost u digitálního tisku, tentokrát s použitím reaktivních barviv, se nezměnila nijak významně. Původní textilie měla hmotnost 1,75 g a po aplikaci potisku se hmotnost zvýšila na 1,82 g. Rozdíl před a po potisku jsou 4% původní hmotnosti podkladu.



Graf 8 Změna hmotnosti před a po tisku reaktivními barvivy

### 9.2.3 Změna hmotnosti u vzorku potisknutého sítotiskem

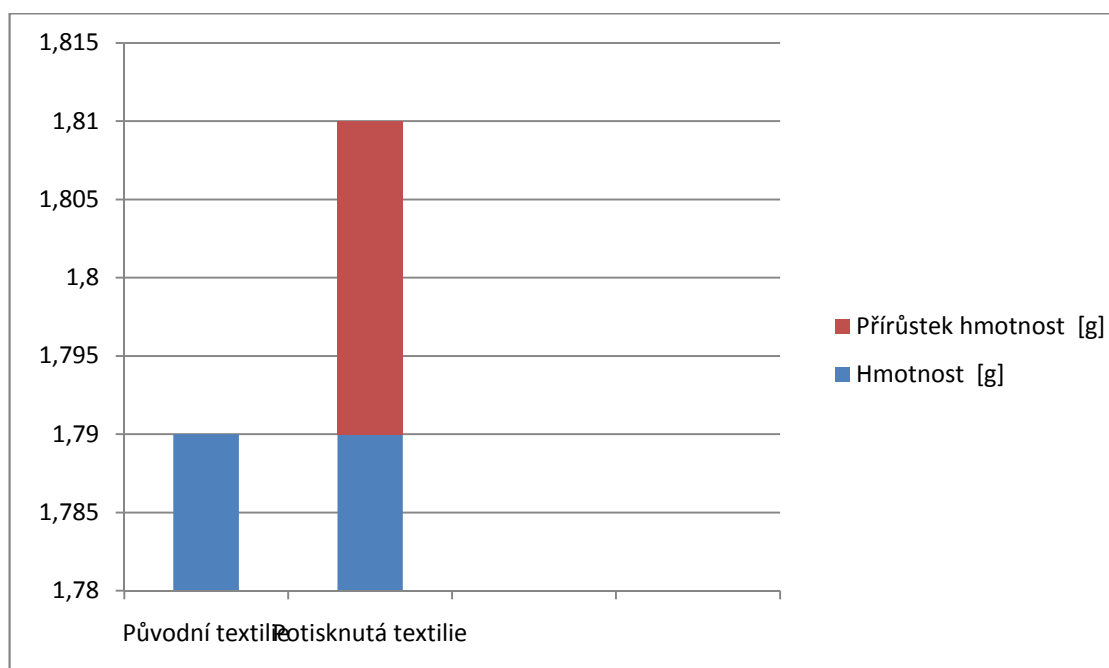
Hmotnost samotného textilního podkladu (bez potisku), z 100% bavlny následně potisknutého pigmenty technologií filmového tisku rotačními šablonami, byla 1,56 g. Po potisknutí se hmotnost změnila na 3,28 g. Celková hmotnost se změnila o 110,25% původní hmotnosti textilie.



Graf 9 Změna hmotnosti před a po tisku sítotiskem

#### 9.2.4 Změna hmotnosti u vzorku potisknutého sublimačním tiskem

U přenosového tisku dochází ještě k menšímu zvýšení hmotnosti potisknuté textilie oproti nepotisknuté. V tomto případě se změnila hmotnost vzorku s potiskem disperzními barvivy o 1,1%. Původní hmotnost vyřezaného vzorku byla 1,79 g a hmotnost potisku vystoupila na 1,81 g.

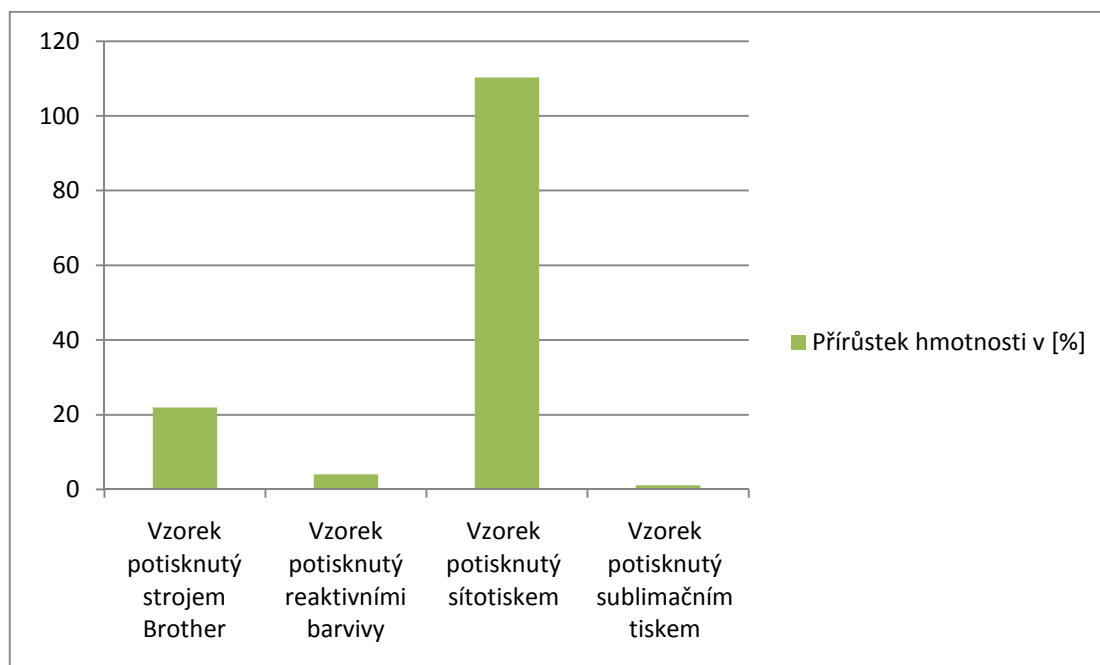


Graf 10 Změna hmotnosti před a po tisku sublimačním tiskem



### 9.2.5 Zhodnocení výsledků

V následujícím grafu č. 10 jsou vidět jednotlivé rozdíly v přírůstcích hmotnosti v [g] různých technik potiskování.



Graf 11 Porovnání hmotnostních přírůstků v [%] jednotlivých technologií

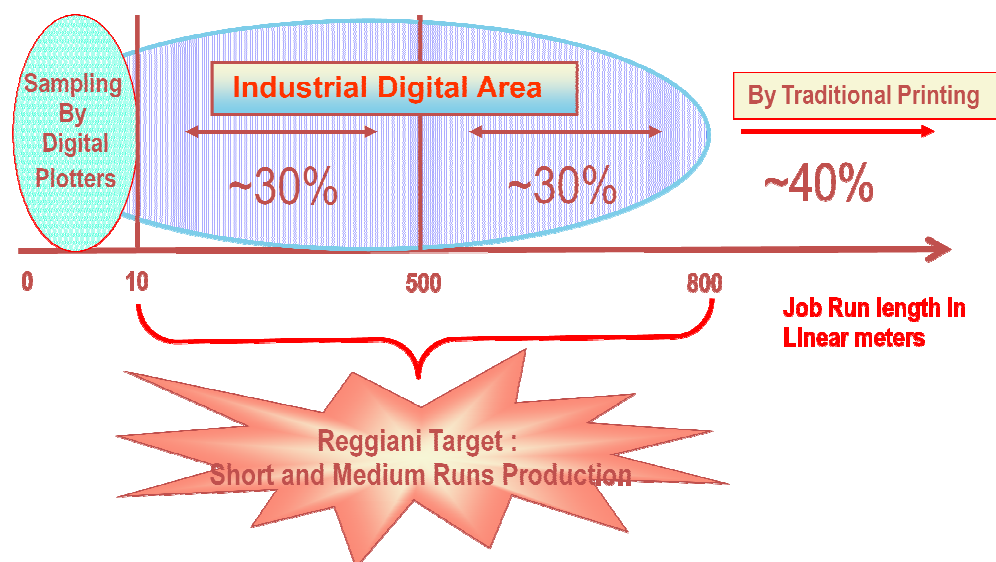
Z tohoto experimentu vyplývá, že filmový tisk rotačními šablonami patří k technice, při které dochází k markantnímu nárůstu hmotnosti textilie a tím spotřebovaného barviva. Digitální tisk představuje v tomto ohledu jistou úsporu, jelikož dochází k aplikaci 5x menšího množství barviva na textilií. Rychlost je, ale zatím daleko za možnostmi filmového tisku.

Naopak metodou sublimačního tisku se přenáší nejmenší množství barviva.

## 10 Ekonomické porovnání

Ekonomické srovnání výše popsaných metod potiskování textilií je nesnadné, především z důvodu použitelnosti jednotlivých technologií pro různé účely. Dělí se dle charakteru výroby. Hlavními parametry je kvantita potisku. Digitální tisk není vhodný pro masově vyráběnou sérii potisků.

Z grafu, který vydala firma Reggiani pro své odběratele strojní techniky, plyne, že maximální množství pro potisk formou digitálního tisku je 500 m, aby to bylo ekonomické.



Graf 12 Graf firmy Reggiani, ilustrující vhodnost použití digitálního tisku [5]

Limitující hodnotou pro digitální tisk je 800 m, jakmile je množství větší, je potřeba využít jiné způsoby tisku. Především filmový tisk rotačními šablonami. Tento typ potiskování textilií není vhodný pro malé série výroby, díky nutnosti zhotovení šablon, která jsou nejen ekonomicky, ale i časově náročné.

Pro porovnání cen jsem zadala tento obrázek, firmám působícím na trzích, které nabízejí různé formy tisku. Velikost obrázku je 10x15 cm. Tento obrázek je umístěn pod č. 6 v příloze. Uvedené ceny jsou bez DPH.

Pro digitální tisk pigmentovými barvivy jsem zadala zakázku 100 kusů. Cena jednoho potisku je 135,-Kč/ks, pokud by se potiskovalo na světlý potisk. V případě potisku na tmavý podklad je cena vyšší, jelikož se nejprve tiskne bílá barva jako základ a na tento základ se tiskne výsledný vzor. Cena jednoho potisku je 150,-Kč/ks.

U filmového tisku rotačními šablonami - sítotisku jsem poptala množství 300 ks. Cena za potisk touto technikou je 51,-Kč/ks, pokud by byl potisk na světlý podklad. V případě potisku tmavého potisku je cena 55,-Kč/ks. V této situaci se bude platit

paušálně i zhotovení šablony ve výši 300,-Kč. Poměrně vysoká cena je odvislá velké spotřeby barviva, která je ilustrovaná přírůstkem hmotnosti v druhé části praktické části.

Cena sublimačního tisku pro vzor 10x15 cm je 20,-Kč/ks, bez ohledu na množství a barvy podkladu, na který se bude tisknout.

Uvedené ceny pocházejí z různých firem, které se vyskytují na současném trhu a poskytují potisk textilií jednotlivými způsoby. Všechny technologie mají své zastoupení na trhu, neboť jsou určeny k jiným účelům a množstvím.

Pro digitální tisk zůstávají limitujícími faktory rychlost potisku a vysoká cena. Naopak nespornou výhodou je pak, okamžitá reakce na poptávky trhu, kdy se může vyrábět i malosériová výroba a tím zajistit uspokojení potřeb i malých odběratelů.

U sítotisku je příznivá cena, ale tento typ se hodí pouze pro masovou výrobu. Kladem, u výše uvedených typů tisku, je možnost využití na jakýkoliv materiál a použitý různých barev. V praxi je nejběžněji používaným materiálem bavlna a jako barviva jsou nejvhodnější pigmenty. Při použití jiných barviv je nutná další úprava, jako např. praní a následné sušení, potisknutého materiálu. Tento aspekt by se promítl v konečné ceně potisku.

U přenosového tisku je významnou výhodou cena. Obrovským limitem, ale nadále zůstává použitelnost pouze na syntetické materiály, které nejsou z hlediska komfortu uživatele, příliš oblíbené, popř. je možné polyesterovou tkaninu použít jako vrchní díl ve spod např. s bavlnou. Výroba je rychlá a nepotřebuje další úpravy.

## 11 Závěr

Cílem této práce je poukázat na výhody a nevýhody, které sebou novinka v podobě digitálního tisku textilií nese.

Jedná se nesporně o velký krok vpřed, zejména z důvodu možnosti potiskování již jednoho kusu textilu. Tento mechanismus nevyžaduje zhotovení šablon. Vzor je tvořen přímo na textilním podkladu. To je významný fakt pro dnešní svět, kde je nutné se rychle adaptovat na stále se měnící podmínky na trhu. Digitální způsob potiskování textilií poskytuje brilantní odstíny barev a vynikající kontury vzorů. Díky skládacím paletám, které jsou ke strojům dodávány, není problém potisknout jakoukoli část oděvu.

Limitujícím faktorem nadále zůstává rychlost tisku, která je, v porovnání s ostatními technologiemi potiskování textilií, na velmi nízké úrovni. Dalším podstatným omezením pro masovou výrobu pomocí digitální technologie je ekonomické hledisko. Cena potisku textilií tímto způsobem je velmi vysoká oproti jiným komerčně využívaným metodám (např. klasickým sítotiskem).

Experimentální část je v souladu s teoretickými poznatky, které jsou známy k digitálnímu tisku. Vzorby byly testované metodou příčných řezů. Pomocí příčných řezů se zjistilo, že množství fixovaného barviva je v souvislé vrstvě, která je poměrně nerovnoměrná. Souvislá nerovnoměrná vrstva barviva byla prokázána i u sítotisku. U tohoto způsobu byla naměřena více než dvounásobná tloušťka fixovaného barviva oproti digitální technologii. Dalším sledovaným parametrem v experimentální části je změna hmotnosti po nanesení barviva. Z tohoto pokusu je zřejmé, že potiskování textilií pomocí digitální techniky představuje úsporu ve spotřebovaném množství oproti masově používanému sítotisku, pomocí které se vyrobí až 60% celosvětové produkce potisknutých textilií. Testem se ukázalo, že procentuální změna hmotnosti je u sítotisku 5x větší než u digitálního tisku.

Digitální způsob potiskování textilií představuje novinku, která našla své uplatnění na trhu, především pak pro produkci malých sérií. Podstatné zlepšení vzhledem k jiným technologiím zaznamenáme v čistotě práce, široké barevné paletě ve velmi sytých odstínech a vynikající ostrosti vzoru. Výsledný efekt potisknutých textilií je na velmi vysoké úrovni zpracování.

Tématem pro další vývoj a vylepšení digitálního tisku je otázka rychlosti, která je zatím za hranicemi ostatních technik. Nezanedbatelná je i ekonomická stránka. V této sféře se promítají i vysoké pořizovací náklady na nové stroje a zařízení pro digitální tisk.

Nadále zůstává otázkou, jakým směrem se bude vývoj tisku ubírat a zda se digitální tisk zařadí mezi konvenčně používané technologie a bude stoupat jeho podíl na celosvětové produkci potisknutých textilií.

## 12 Seznam použité literatury

1. Dembický/Kryštůfek/Machaňová/Odvárka/Prášil/Wiener, 2008:  
ZUŠLECHŤOVÁNÍ TEXTILIÍ, Liberec TUL, ISBN 978-80-7372-321-7
2. Dagmar Machaňová, 2005: PŘEDÚPRAVA TEXTILIÍ,  
Liberec TUL, ISBN 80-7083-971-6
3. Miroslav Prášil, POKROKY V TEXTILNÍM TISKU, *Podklady k přednáškám z předmětu Zušlechťování textilií*
4. H. Ujiie, 2006 (Published by Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institut): DIGITAL PRINTING OF TEXTILES
5. Miroslav Prášil, Dept. of Textile chemistry – Textile Printing, *Podklady k přednáškám z předmětu Zušlechťování textilií*
6. <http://skolatextilu.cz/>
7. FIRMA ZIMMER  
Dostupné na:  
<http://www.zimmer-austria.com/>
8. FIRMA Reggiani Macchine  
Dostupné na:  
<http://www.reggianimacchine.it/>
9. FIRMA STORK  
Dostupné na:  
<http://www.stork.com/>
10. FIRMA MS Italy  
Dostupné na:  
<http://www.msitaly.com/>

11. FIRMA KORNIT

Dostupné na:

<http://www.kornit-digital.com/>

12. FIRMA OP TIGER, Korytná 4, 100 00 Praha 10

Dostupné na:

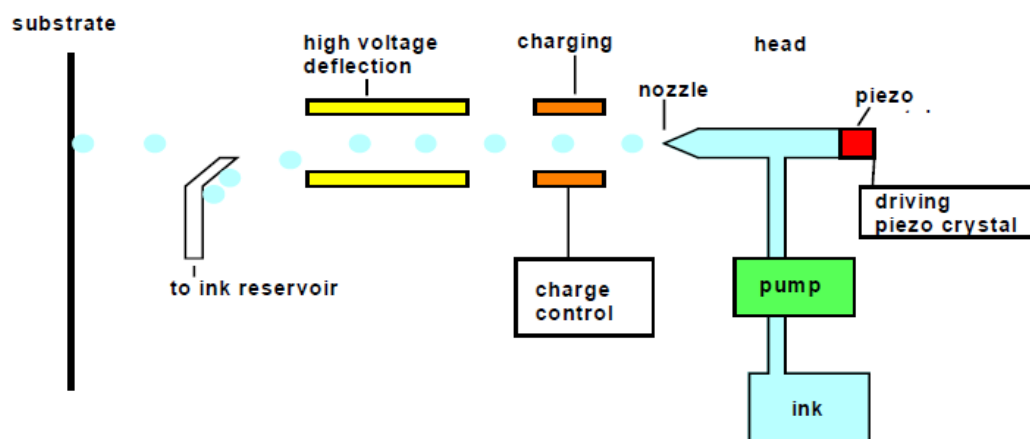
<http://www.optiger.cz/cs/uvod>

## 13 Přílohy

### 13.1 Seznam příloh

#### Příloha 1

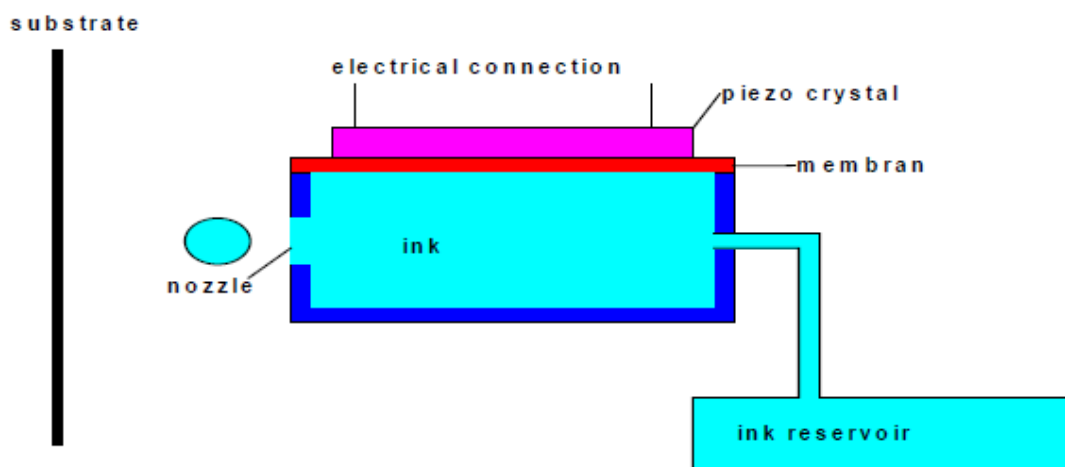
Tento obrázek znázorňuje systém kontinuálního toku kapek.



Obr. 9 Systém kontinuálního toku [1]

#### Příloha 2

Tento obrázek představuje systém DOD (kapka na požádání) pomocí piezokrystalu.

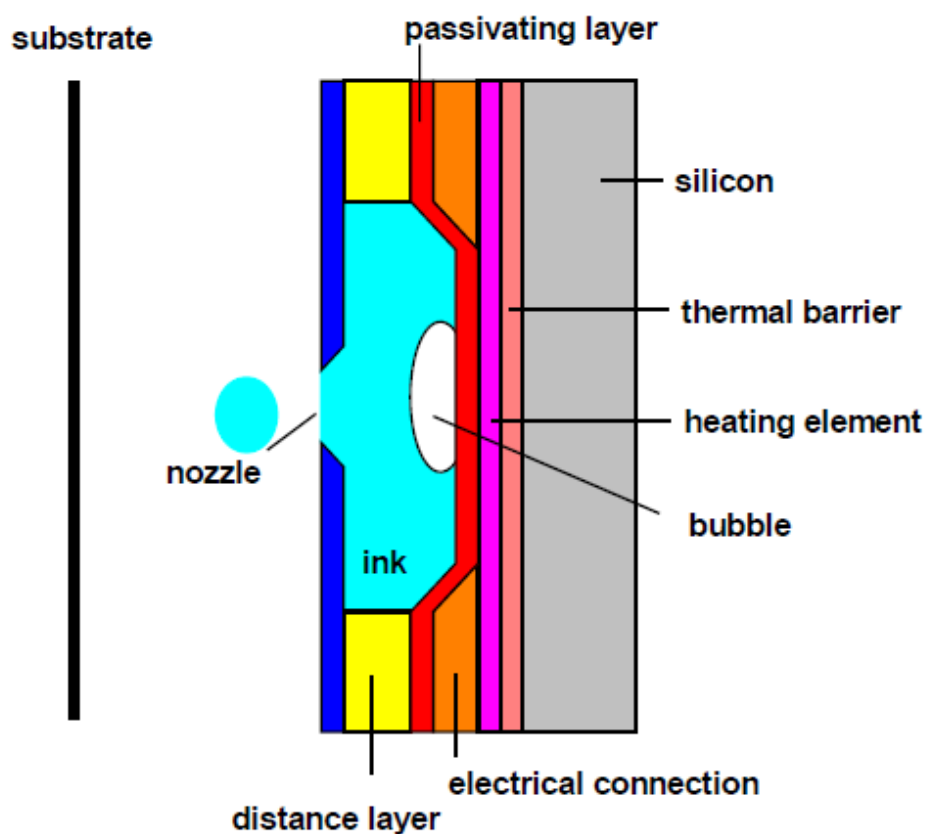


Obr. 10 Systém „kapka na požádání“, způsob piezoelektrický [1]



### Příloha 3

Na tomto obrázku je ukázán princip systému DOD, tentokrát s použitím technologie jet-bubble.



Obr. 11 Systém „kapka na požádání“, způsob termický [1]

### Příloha 4

Toto je obrázek, který byl zaslán pro ekonomické porovnání.



Obr. 13 Vzor potisku

## **Příloha 5 a 6**

Tato příloha se nachází v kapse bakalářské práce a jedná se o vzorky s aplikací Fixativu a aplikaci Fixativu v malé koncentrace, což vede k menšímu množství fixovaného barviva a potisk má vynechaná místa a nepřesné kontury.

## **Příloha 7**

Tato příloha obsahuje vzorky, na kterých testování probíhalo.

### **13.2 Seznam obrázků**

Obr. 1 *Celý proces potiskování textilií [3]*

Obr. 2 *Mechanismus fixace kypových barviv [1]*

Obr. 3 *Schéma válcového stroje [1]*

Obr. 4 *Schéma filmového stroje s plochými šablonami [5]*

Obr. 5 *Potisknutá tkanina [1]*

Obr. 6 *Schéma rotační šablony s dutou a magnetickou stěrkou [5]*

Obr. 7 *Výroba tkaniny [1]*

Obr. 8 *Schéma výroby přenosovým tiskem [1]*

Obr. 9 *Příčný řez po řádku*

Obr. 10 *Příčný řez po sloupku*

Obr. 11 *Příčný řez po řádku*

Obr. 12 *Příčný řez po sloupku*

Obr. 13 *Příčný řez po řádku*

Obr. 14 *Příčný řez po osnově*

Obr. 15 *Příčný řez po útku*

Obr. 16 *Systém kontinuálního toku [1]*

Obr. 17 *Systém „kapka na požádání“, způsob piezoelektrický [1]*

Obr. 18 *Systém „kapka na požádání“, způsob termický [1]*

Obr. 19 *Vzor potisku*

### **13.3 Seznam tabulek**

Tab. 1 *Výhody a nevýhody jednotlivých technologií tisku*

Tab. 2 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po řádku*

Tab. 3 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po sloupku*

Tab. 4 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po řádku*

Tab. 5 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po sloupku*

Tab. 6 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po řádku*

Tab. 7 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po sloupku*

Tab. 8 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po osnově*

Tab. 9 *Měření tloušťky vzorku a tloušťky barviva v řezu po útku*

### **13.4 Seznam grafů**

Graf 1 *Porovnání řezu po řádku a po sloupku u vzorku potisknutého strojem Brother*

Graf 2 *Porovnání řezu po řádku a po sloupku u vzorku potisknutého strojem Kornit*

Graf 3 *Porovnání řezu po řádku a po sloupku u vzorku potisknutého sítotiskem*

Graf 4 *Porovnání řezu po směru osnovy a útku u vzorku potisknutého sublimačním tiskem*

Graf 5 *Porovnání procentuálního vybarvení v řezu po řádku (pleteniny) a osnově (tkanina)*

Graf 5 *Porovnání procentuálního vybarvení v řezu po řádku (pleteniny) a osnově (tkanina)*

Graf 7 *Změna hmotnosti před a po tisku strojem Brother*

Graf 8 *Změna hm* Graf 9 *Změna hmotnosti před a po tisku sítotiskem*

Graf 9 *Změna hmotnosti před a po tisku sítotiskem*

Graf 10 *Změna hmotnosti před a po tisku sublimačním tiskem*

Graf 11 *Porovnání hmotnostních přírůstků v [%] jednotlivých technologií*

Graf 12 *Graf firmy Reggiani, ilustrující vhodnost použití digitálního tisku*